

INDICE

INTRODUZIONE	3
IL PIANO D'AZIONE	7
Premessa metodologica	7
1 GLI STRUMENTI DI ATTUAZIONE, GESTIONE E CONTROLLO	9
1.1 Gli strumenti di sostegno	13
1.1.1 Strumenti di controllo	13
1.1.2 Strumenti finanziari	14
1.1.3 Diffusione dell'informazione e della formazione	18
1.1.4 Campagne di gestione dell'energia negli edifici destinati ad uso pubblico	19
1.1.5 Gli accordi volontari	20
1.1.6 Adeguamento legislativo e normativo dei piani territoriali e settoriali interessati	21
1.1.7 La semplificazione amministrativa	21
1.2 Gli strumenti di gestione e verifica	22
1.2.1 Potenziamento delle strutture provinciali in materia di energia	22
1.2.2 Formazione dei tecnici provinciali e degli Enti Locali	25
1.2.3 Verifica del conseguimento degli obiettivi	25
2 L'OFFERTA DI ENERGIA – Le fonti fossili	26
3 L'OFFERTA DI ENERGIA – Le fonti rinnovabili ed assimilate	28
3.1 La fonte idroelettrica	34
3.1.1 Inquadramento del settore	35
3.1.2 La situazione in Italia ed in Provincia di Bologna	37
3.1.3 Il potenziale in Provincia di Bologna	40
3.1.4 Indicazioni e politiche di sviluppo	41
3.2 La fonte eolica	45
3.2.1 Inquadramento del settore	45
3.2.2 La situazione in Italia ed in Provincia di Bologna	48
3.2.3 Il potenziale in Provincia di Bologna	50
3.2.4 Indicazioni e politiche di sviluppo	52
3.3 La fonte solare termica	59
3.3.1 Inquadramento del settore	59
3.3.2 La situazione in Italia ed in Provincia di Bologna	61
3.3.3 Il potenziale in Provincia di Bologna	62
3.3.4 Indicazioni e politiche di sviluppo	68
3.4 La fonte solare fotovoltaica	71
3.4.1 Inquadramento del settore	71
3.4.2 La situazione in Italia ed in Provincia di Bologna	78
3.4.3 Il potenziale in Provincia di Bologna	81
3.4.4 Indicazioni e politiche di sviluppo	82

3.5	Le fonti da biomassa	84
3.5.1	Inquadramento del settore	85
3.5.2	La situazione in Italia ed in Provincia di Bologna	90
3.5.3	Il potenziale in Provincia di Bologna	94
3.5.4	Indicazioni e politiche di sviluppo	112
APPENDICE – Il biodiesel		119
3.6	Il potenziale di cogenerazione	129
3.6.1	Inquadramento del settore	129
3.6.2	La situazione in Italia ed in Provincia di Bologna	132
3.6.3	Indicazioni e politiche di sviluppo	135
4	LA DOMANDA DI ENERGIA	137
4.1	Le attività produttive	141
4.1.1	Gli usi finali termici	142
4.1.2	Gli usi finali elettrici	146
4.1.3	Riepilogo dei risultati	151
4.1.4	Indicazioni e politiche di sviluppo	152
4.2	Gli usi civili	156
4.2.1	Gli usi finali termici	156
4.2.2	Gli usi finali elettrici	178
4.2.3	Riepilogo dei risultati	197
4.2.4	Indicazioni e politiche di sviluppo	199
APPENDICE - Indagine sulle caratteristiche di efficienza energetica dei grandi elettrodomestici e delle lampade per uso domestico		209
4.3	I trasporti	225
4.3.1	La mobilità in Provincia di Bologna	229
4.3.2	Riepilogo dei risultati	245
4.3.3	Indicazioni e politiche di sviluppo	246
5	QUADRO RIASSUNTIVO	251

Introduzione

L'energia ha una posizione centrale nella problematica dello sviluppo sostenibile: prima di tutto perché l'energia (o più esattamente, l'insieme di servizi che l'energia fornisce) è una componente essenziale dello sviluppo; in secondo luogo perché il sistema energetico è responsabile di una parte importante degli effetti negativi delle attività umane sull'ambiente (a scala locale, regionale e globale) e sulla stabilità del clima.

Vi è un consenso generale sulla insostenibilità del modo in cui l'energia è prodotta e utilizzata oggi nel mondo: in particolare, se questo modello continuasse nel futuro e fosse esteso a soddisfare la crescente domanda di energia da parte dei paesi in via di sviluppo, si andrebbe rapidamente incontro all'esaurimento delle risorse, a danni irreversibili all'ambiente, a effetti, tuttora incerti ma potenzialmente catastrofici, sul clima globale.

Vi è pure consenso sul fatto che per andare verso un modello energetico più sostenibile è necessario procedere lungo tre direzioni:

- una maggiore efficienza e razionalità negli usi finali dell'energia;
- modi innovativi, più puliti e più efficienti, di utilizzo e trasformazione dei combustibili fossili, che rimarranno necessariamente per i prossimi 50 anni la fonte energetica prevalente;
- un crescente ricorso alle fonti rinnovabili di energia.

Prima di tutto, quindi, maggiore efficienza negli usi finali di energia nell'industria, nel settore abitativo e dei servizi, nei trasporti, nell'agricoltura e nella generazione di elettricità. Possiamo dire che, per quanto riguarda l'efficienza, molto è già stato fatto dalla prima (1973) e dalla seconda crisi energetica (1979-80) in poi, almeno nel campo dell'industria, e in quello della generazione di elettricità. Meno è stato realizzato nel settore abitativo e dei servizi e ancor meno nel settore dei trasporti.

Per quanto riguarda le fonti rinnovabili di energia, una gran parte di queste sono di interesse per la Provincia: prima di tutto quelle che hanno origine dalla biomassa agricola, sotto forma di coltivazioni, di sottoprodotti e co-prodotti agricoli, e biomassa forestale; l'energia solare termica e quella fotovoltaica; l'energia eolica; la mini-idraulica.

L'utilizzo più pulito, efficiente e razionale dei combustibili fossili (per esempio attraverso le celle a combustibile, tramite la produzione di idrogeno come vettore energetico e così via) ha più una dimensione nazionale o meglio internazionale che non regionale, ma vi sono indubbiamente opportunità per dimostrarne le tecnologie o per accelerarne la diffusione anche a livello locale.

Questa spinta verso un modello energetico più sostenibile avviene in un momento in cui, il modo stesso in cui si fa politica energetica sta rapidamente cambiando, in Italia come nel resto del mondo.

Uno dei punti centrali è nel governo del territorio, nella crescente importanza che viene ad assumere il collegamento tra dove e come l'energia viene prodotta e utilizzata.

Il quadro delle politiche energetiche è cambiato profondamente e rapidamente nell'ultimo decennio, anche se con ritmi diversi e soluzioni parzialmente differenti nei vari Paesi. Riassumiamo qui molto brevemente alcune delle principali caratteristiche del mutamento.

Sede delle politiche energetiche: in passato praticamente solo i governi nazionali, oggi anche sedi più vaste e più ristrette; basta vedere l'importanza delle direttive dell'Unione Europea (per esempio sulla liberalizzazione del mercato dell'elettricità e del gas) o del Protocollo di Kyoto da una parte; e le crescenti responsabilità dei governi regionali e locali in materia energetica: è evidente che la politica energetica si basa sempre di più su una relazione tra territorio e energia, come è necessario sia per le fonti rinnovabili che per il risparmio energetico e non può quindi prescindere dalla dimensione locale (regionale, provinciale, comunale) e dalle competenze degli Enti Locali nel campo della programmazione territoriale.

Strumenti delle politiche energetiche: da un sistema "top down" basato su strumenti di "comando e controllo" e sull'attuazione diretta delle politiche tramite gli enti energetici (in Italia ENI ed ENEL), a un sistema più partecipativo, che utilizza strumenti economici di mercato e sistemi di accordi volontari. Questo per la constatazione che il mercato mette in moto strumenti che hanno un'efficacia molto maggiore che non gli strumenti prescrittivi. Se quindi riusciamo a introdurre nel mercato quelle considerazioni che correggono la sua miopia e permettono di introdurre obiettivi di lungo termine, possiamo utilizzare la proverbiale efficienza del mercato per raggiungere obiettivi concreti. Questo percorso richiede di individuare obiettivi ragionevoli, realistici ma anche ambiziosi, studiare e sperimentare strumenti di regolamentazione del mercato e avere un sistema di monitoraggio dei risultati. Quest'ultimo è uno degli elementi più difficili, anche perché l'interpretazione non è sempre facile (non basta vedere che una cosa succede, dovremmo anche sapere che cosa sarebbe successo se non avessimo attuato un certo strumento di politica. La relazione tra strumento e risultato non è sempre chiarissima).

Attenzione delle politiche energetiche non più soltanto alla fornitura di energia (considerando la richiesta come un dato esogeno non modificabile) ma anche, e almeno nella stessa misura, alla domanda di energia, che può essere influenzata da strumenti economici e indirizzata verso una maggiore efficienza e razionalità. Sono i servizi energetici quelli a cui dobbiamo puntare, cioè scaldarci, raffreddarci, conservare i cibi, fornire alimentazione ai computer, non l'energia di per sé.

Liberalizzazione del mercato dell'energia, in particolare per quanto riguarda l'elettricità e il gas, ma anche per quanto riguarda l'esplorazione e sfruttamento delle risorse energetiche.

Appare chiaro, che questa ridefinizione del mercato dell'energia, ridefinisce una redistribuzione del ruolo dei soggetti, pubblici e privati, che a vario titolo intervengono nel settore energetico.

Queste tendenze si sono esplicitate in Italia con una serie di atti di governo che in parte vanno anche nella direzione della sostenibilità. Ci limiteremo a ricordare:

- la "carbonati" e l'utilizzo di una parte dei relativi introiti per azioni a supporto dell'energia sostenibile. Anche se vi sono dubbi e critiche sui criteri di applicazione della tassa e di utilizzo del ricavo, si tratta di un importante precedente nel senso dell'introduzione di strumenti economici per l'orientamento del mercato energetico;
- la destinazione di una frazione del costo finale dell'elettricità (nella misura di 1 L/kWh) al finanziamento di attività di ricerca sull'energia elettrica, indicata dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
- il rimborso come detrazione fiscale (stabilito negli allegati alle leggi finanziarie dal 1998 in poi) di una parte delle spese sostenute per la manutenzione straordinaria di edifici (all'inizio nella

misura del 46%, successivamente del 42% e del 36%), con esplicita menzione degli interventi mirati alla riduzione dei consumi energetici.

- l'iniziativa "diecimila tetti fotovoltaici", recentemente riorientata con un maggiore ruolo per le Regioni e per l'integrazione edilizia, che è partita nella primavera 2001.

Di particolare rilevanza, inoltre, i due decreti legislativi di recepimento delle direttive comunitarie in termini di liberalizzazione del mercato energetico:

- Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79 "Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica" (detto anche "decreto Bersani");
- Decreto Legislativo 23 maggio 2000, n. 164 "Attuazione della direttiva 98/30/CE recante norme comuni per il mercato interno del gas naturale, a norma dell'art.41 della legge 17 maggio 1999 n. 144".

In particolare, a proposito del DLG 79/99, interessa sottolineare gli aspetti relativi alle FER. Nell'art.11, viene sancita la priorità di queste ultime sulle altre fonti primarie o tecnologie di produzione e vengono inoltre definiti i criteri generali cui gli importatori ed i soggetti responsabili di impianti di produzione di energia elettrica devono rispondere.

1. *Al fine d'incentivare l'uso delle energie rinnovabili, il risparmio energetico, la riduzione delle emissioni di anidride carbonica e l'utilizzo delle risorse energetiche nazionali, a decorrere dall'anno 2001 gli importatori e i soggetti responsabili degli impianti che, in ciascun anno, importano o producono energia elettrica da fonti non rinnovabili, hanno l'obbligo d'immettere nel sistema elettrico nazionale, nell'anno successivo, una quota prodotta da impianti da fonti rinnovabili entrati in esercizio o ripotenziati, limitatamente alla producibilità aggiuntiva, in data successiva a quella di entrata in vigore del presente decreto (1° aprile 1999 N.d.R.).*
2. *L'obbligo di cui al comma 1 si applica alle importazioni e produzioni di energia elettrica, al netto della cogenerazione, degli autoconsumi di centrale e delle esportazioni, eccedenti i 100 GWh; la quota di cui al comma 1 è inizialmente stabilita al 2% della suddetta energia eccedente i 100 GWh.*

Ciò non significa, obbligatoriamente, produrre in proprio la quota necessaria al raggiungimento della percentuale indicata. Il legislatore, infatti, specifica al comma 3:

3. *Gli stessi soggetti possono adempiere al suddetto obbligo anche acquistando, in tutto o in parte, l'equivalente quota o i relativi diritti da altri produttori, purché immettano l'energia da fonti rinnovabili nel sistema elettrico nazionale, o dal gestore della rete di trasmissione nazionale.*

Tale comma è stato poi tradotto e maggiormente sviluppato nel DM 11 novembre 1999-*Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1,2,3 dell'articolo 11 del Dlgs 16 marzo 1999, n.79, articolo 5 relativo ai "certificati verdi"*.

Viene inoltre sancita la priorità delle FER sulle altre fonti primarie o tecnologie di produzione:

4. *Il gestore della rete di trasmissione nazionale assicura la precedenza all'energia elettrica prodotta da impianti che utilizzano nell'ordine, fonti energetiche rinnovabili, sistemi di cogenerazione, sulla base di specifici criteri definiti dall'Autorità per l'energia e il gas, e fonti nazionali di energia primaria, queste ultime per una quota massima annuale non superiore al 15% di tutta l'energia primaria necessaria per generare l'energia elettrica consumata.*

Infine, di recente emanazione, gli importanti decreti ministeriali sul risparmio:

- *Decreti Ministeriali 24 Aprile 2001*; un primo decreto individua gli obiettivi quantitativi di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili che devono essere perseguiti dalle imprese di distribuzione di gas naturale ai sensi dell'articolo 16, comma 4, del decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164. Un secondo decreto individua gli obiettivi quantitativi per l'incremento dell'efficienza energetica degli usi finali da parte delle imprese di distribuzione di energia elettrica ai sensi dell'articolo 9, comma 1, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79

Da sottolineare il fatto che, mentre nel nuovo contesto "liberalizzato" appare evidente il ruolo degli operatori energetici ed economici nella promozione d'iniziative, orientate ovviamente dai costi del combustibile e dalle economie di scala (impianti di potenza superiore ai 300 MW), risulta difficile valutare quale "peso specifico" potrà assumere lo stesso governo provinciale nell'imporre un qualsiasi strumento regolatore della politica energetica sul proprio territorio.

In estrema sintesi c'è il pericolo che gli Enti Locali rischino di non poter partecipare, se non marginalmente, alle decisioni sulla futura struttura energetica che si sta configurando nel nostro paese.

IL PIANO D'AZIONE

Premessa metodologica

Scopo delle elaborazioni presentate nel "Primo rapporto sull'energia" (Vol.1) è stata l'analisi della struttura sia dell'offerta che della domanda di energia in Provincia di Bologna. Punto di partenza è stata la descrizione numerica dei bilanci energetici provinciali su un arco temporale significativamente ampio (1985/2000).

La contestualizzazione di tali bilanci a livello del territorio è avvenuta analizzando i soggetti economici e produttivi che agiscono all'interno del sistema dell'energia, sia sul lato della domanda che su quello dell'offerta.

In particolare, sul lato domanda si è individuata, oltre ai numeri in gioco in termini di fabbisogno energetico, la distribuzione numerica e la tipologia delle attività che di questi fabbisogni fanno richiesta.

Un elemento molto importante della contestualizzazione delle attività energetiche fa capo alla possibilità di localizzare sul territorio i principali fenomeni ad esse legati. Per questo motivo l'analisi riportata ha cercato di localizzare le aree provinciali maggiormente caratterizzate dalle suddette attività, ricostruendo quelli che possiamo definire dei bacini di produzione e di consumo di energia. La finalità dell'analisi è stata essenzialmente quella di fornire degli elementi essenziali per la definizione del Piano d'azione.

Nella redazione di un Piano di Azione ci si pone l'obiettivo di individuare a livello locale, il mix ottimale di risorse e di interventi (sul lato produzione di energia da fonti convenzionali o rinnovabili e sul lato di gestione della domanda) che sia in grado di rispondere efficacemente all'evoluzione del sistema in esame, indirizzandone i flussi energetici verso il contenimento delle emissioni così come stabilito nella conferenza di Kyoto (-6.5% entro il 2010 rispetto al 1990), integrandoli opportunamente con gli obiettivi di economicità di gestione, miglioramento del servizio agli utenti, stimolo all'economia ed all'occupazione ecc.

Dal punto di vista dell'offerta energetica è evidente che una particolare enfasi deve essere posta all'incremento dello sfruttamento delle fonti rinnovabili, benché in sintonia con determinati vincoli ambientali. D'altra parte si ritiene che questo sfruttamento non possa prescindere da opportune considerazioni riguardanti anche le fonti fossili tradizionali. Dal punto di vista della domanda di energia si deve enfatizzare il risparmio nel suo ruolo di risorsa energetica. Nel quadro di una pianificazione integrata delle risorse, il risparmio si pone come valutazione del potenziale di gestione della domanda (DSM), esattamente al pari livello della valutazione del potenziale dell'offerta.

Dall'analisi dei potenziali di sfruttamento delle varie fonti rinnovabili e del risparmio nei differenti settori di attività si definiranno le azioni che ne favoriscono l'effettivo utilizzo e che sono alla base delle scelte di pianificazione.

L'elaborazione del Piano d'azione, sulla base di quanto esposto, verrà sviluppata secondo i seguenti criteri:

- a) partendo dall'analisi svolta in fase di Bilancio, una prima e generale ricognizione delle risorse disponibili a livello locale, sia sul lato dell'offerta di fonti energetiche direttamente impiegabili, sia sul lato degli eventuali margini di recupero e risparmio nei diversi settori di attività, e

individuazione degli interventi che risultano auspicabili sotto il profilo energetico-ambientale e tecnologicamente fattibili;

- b) individuazione e analisi dei diversi fattori che, a diverso titolo e a diversi livelli (locale o più ampio), si frappongono alla realizzazione di tali interventi;
- c) individuazione degli strumenti, di varia natura, idonei al superamento degli stessi;
- d) Verifica della disponibilità o meno di tali strumenti e delle modalità o innovazioni (di qualsiasi tipo: gestionali, normative, tecniche, ecc.) eventualmente necessari per l'attivazione degli stessi e conseguente definizione di un "pacchetto" di azioni ragionevolmente attivabili nel medio-breve periodo (obiettivo Kyoto 2008-2010);
- e) costruzione di nuovi scenari energetici e delle emissioni per la verifica dell'efficacia delle azioni proposte come attivabili (obiettivo Kyoto – riduzione 6.5% delle emissioni rispetto al 1990).

La prima ipotesi, consisterà nella costruzione dello scenario *tendenziale* (Business As Usual – BAU) che presuppone che non vengano messe in atto particolari azioni con la specifica finalità di cambiare le dinamiche energetiche, ma che l'evoluzione del sistema avvenga secondo meccanismi standard. Ciò non toglie, ovviamente, che anche questi meccanismi possano portare ad un beneficio in termini energetici. Per la costruzione di questo scenario si cercherà di definire quelli che saranno i livelli di utilizzo/penetrazione dei differenti dispositivi.

L'introduzione di particolari azioni e strumenti, con lo specifico scopo di portare ad una riduzione dei consumi e delle emissioni, sarà, invece, la base di altri due scenari considerati: uno scenario *obiettivo* (o di riduzione) ed uno scenario *potenziale*.

Lo scenario obiettivo si basa su azioni ragionevolmente praticabili per il periodo considerato, ma con diversi livelli di impegno.

Lo scenario potenziale considera il potenziale massimo di riduzione raggiungibile mediante l'applicazione estesa delle iniziative contenute nelle ipotesi del precedente scenario. Lo scenario potenziale, perciò, è uno scenario realisticamente praticabile ma non può avere una collocazione alle date suddette. Il suo inserimento in questo contesto ha lo scopo di confrontare l'effetto delle misure del precedente scenario di riduzione e per evidenziare quale sia l'intervallo possibile di azione.

E' utile ricordare che le azioni e gli strumenti discussi non sempre saranno traducibili in cambi di quantità o modalità di consumo energetico. In effetti ci sono azioni fondamentali che non hanno un immediato impatto ma che sono propedeutiche per altre azioni. Oppure per alcune azioni non esistono elementi sufficienti per consentire una loro traduzione "affidabile" in termini numerici.

Ciò detto, è evidente che tali considerazioni non avranno la pretesa di completezza ma si riferiranno solo a ciò che è stato possibile trattare numericamente.

Le analisi quantitative rappresenteranno la fase successiva dove, con i limiti suddetti, si riprendono le azioni individuate in precedenza e si traducono in termini di nuovi consumi ed emissioni dei gas di serra ad essi associate. Le emissioni verranno interpretate mediante l'equivalente di anidride carbonica, che considera il contributo aggregato, mediante opportuni coefficienti, dei singoli gas di serra. Attraverso questa analisi risulterà possibile valutare la loro evoluzione futura a seguito degli interventi proposti, rispetto allo scenario attuale e rispetto al 1990, preso come anno di riferimento, in analogia con quanto stabilito dal protocollo di Kyoto.

1 Gli strumenti di attuazione, gestione e controllo

Per quanto riguarda lo sviluppo delle fonti rinnovabili sul lato offerta e dell'uso efficiente dell'energia sul lato domanda, si ritiene che la Provincia possa giocare un ruolo attivo nel coordinamento delle diverse azioni proposte dal Piano, agendo negli spazi residuali della legge 10/91e nelle nuove funzioni previste dal Dlgs 112/98, art.30 e nella legge regionale 21 aprile 1999 n°3 attuativa di tale decreto¹.

Ricordiamo che, nell'ambito del Dlgs 112/98, alla Regione vengono assegnate funzioni con criterio residuale, ovvero tutte quelle non conferite direttamente allo Stato e agli Enti Locali. Il decreto attribuisce espressamente alla Regione il controllo di quasi tutte le forme di incentivazione previste dalla legge 10/91 (artt. 12, 14, 30) e il coordinamento dell'attività degli Enti Locali in relazione al contenimento dei consumi di energia degli edifici.

L'art.31 del Dlgs 112/98 attribuisce agli Enti Locali le funzioni amministrative connesse "al controllo sul risparmio energetico e l'uso razionale dell'energia e le altre funzioni che siano previste dalla legislazione regionale" (art.31), in particolare alla Provincia sono assegnate le seguenti funzioni:

- la redazione e l'adozione dei programmi di intervento per la promozione delle fonti rinnovabili e del risparmio energetico;
- l'autorizzazione alla installazione ed all'esercizio degli impianti di produzione di energia;
- il controllo sul rendimento energetico degli impianti termici.

Alla Provincia spettano, quindi, le competenze relative agli impianti di potenza inferiore o uguale a 300 MW termici.

In particolare, la funzione trasferita alla provincia prevede la gestione dei seguenti procedimenti:

- autorizzazione alla costruzione ed all'esercizio di impianti per la produzione di energia con potenza inferiore o uguale a 300 MW termici, utilizzanti fonti convenzionali e fonti assimilate a fonti rinnovabili (L. 9/91, DPR 53/98);
- autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti di produzione di energia da rinnovabili e da rifiuti (L. 9/91, DPR 53/98, D. Lgs. 22/97 tranne le competenze per impianti ex artt. 22,31,32,33);
- verifica dei dati progettuali e del programma di esercizio, ai fini del rispetto dei criteri per l'assimilazione a fonti rinnovabili (prov. CIP 6/92) per gli impianti di cui ai punti 1 e 2 dell'articolo 22 della L. 9/91;
- autorizzazione di gruppi elettrogeni (L. 9/91, DPR 53/98).

La tabella seguente (vedi pagina successiva) cerca di sintetizzare gli aspetti fondamentali derivanti dalle suddette normative e di interesse per lo sviluppo della politica energetica provinciale.

¹ Cap. XI – Energia, art.84, 85, 86.

Scheda: deleghe di funzioni agli Enti Locali nel settore Energia.

L. 10/91 - Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia	
Art.5 - Piani Regionali	<p>Comma 1: individuazione dei bacini. Comma 2: Piano regionale fonti rinnovabili. Comma 3: Contenuti PER.</p> <p>a) Bilancio energetico; b) Bacini energetici; localizzazione e realizzazione degli impianti di teleriscaldamento; c) Individuazione delle risorse finanziarie da destinare alla realizzazione di nuovi impianti di produzione di energia; d) Destinazione delle risorse finanziarie, secondo un ordine di priorità relativo alla quantità percentuale e assoluta di energia risparmiata, per gli interventi di risparmio energetico; e) Formulazione di obiettivi secondo priorità d'intervento; f) Procedure per l'individuazione e la localizzazione di impianti per la produzione di energia fino a 10 MW elettrici per impianti al servizio dei settori industriale, agricolo, terziario, civile, civile e residenziale, nonché per gli impianti idroelettrici.</p>
Art.8 – Contributi in conto capitale a sostegno delle FER nell'edilizia	<p>Contributi min. 20% max 40% della spesa d'investimento ammissibile, documentata per ciascuno dei seguenti interventi:</p> <p>a) coibentazione negli edifici esistenti che consenta un risparmio non inferiore del 20%, b) installazione di nuovi generatori di calore ad alto rendimento con un rendimento non inferiore al 90%, c) installazione di pompe di calore per riscaldamento di ambienti o acqua sanitaria o d'impianti per l'uso di FER che consentano un risparmio di almeno il 30% del fabbisogno termico, d) installazione di apparecchiature per la produzione combinata di energia elettrica e di calore, e) impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica; fino all'80%, f) installazione di sistemi integrati di controllo e di contabilizzazione differenziata dei consumi del calore nonché acs di ogni singola unità immobiliare, g) trasformazione di impianti centralizzati in impianti unifamiliari (tale incentivo andrebbe totalmente escluso dal punto di vista energetico, ambientale, della sicurezza e dei costi ed escluso almeno nelle aree ad elevato potenziale di teleriscaldamento), installazione di sistemi di illuminazione ad alto rendimento anche nelle aree esterne.</p>
Art.9 – Competenze delle Regioni	Deleghe alle regioni art.8, 10, 13 della L. 10/91.
Art.10 - Contributi per il contenimento dei consumi energetici nel settore industriale, artigianale e terziario	<p>Contributi in conto capitale fino al 30% della spesa ammissibile preventivata per realizzare o modificare impianti fissi, sistemi o componenti, nonché mezzi per il trasporto fluviale.</p> <p>Ammessi al contributo impianti fino a 10MWt o fino 3 MWe relativi ai servizi generali e/o al ciclo produttivo che conseguano un risparmio di energia attraverso l'utilizzo di FER e/o un miglior rendimento di macchine e apparecchiature e/o la sostituzione di idrocarburi con altri combustibili.</p>
Art. 13 - Incentivi alle FER nell'agricoltura	<p>Contributi in conto capitale per la realizzazione d'impianti fino a 10MWt o fino 3 MWe per la produzione o il recupero di energia termica, elettrica e meccanica da FER, nella misura massima del 55% della spesa ammessa, elevabile al 65% per le cooperative.</p> <p>Le Regioni promuovono con le associazioni di categoria degli imprenditori agricoli e dei coltivatori accordi tesi all'individuazione di soggetti e strumenti per interventi di uso razionale dell'energia.</p>

Dgls 112/98 in applicazione della 59/97 (Bassanini)	
	<p>Art.30 Conferimento di funzioni alle Regioni Comma 1: delega delle funzioni amministrative ivi comprese quella relative alle FER, all'elettricità, all'energia nucleare, al petrolio, al gas (escluso quelle riservate allo Stato, art.29 o che non siano riservate agli Enti Locali, art. 31). Comma 2: compiti previsti dagli art. 12, 14, 30 della L.10/91. Comma 3: coordinamento e verifica in ambito nazionale dei progetti dimostrativi art.12 affidato alla Conferenza Unificata. Comma 4: finanziamento delle spese previste per i precedenti comma da ricavare, con leggi di bilancio regionale, dalla quota di almeno l'1% delle disponibilità conseguite annullamento ai sensi dell'art.3, comma 12, della 549/95. Comma 5: funzioni di coordinamento dei compiti attribuiti agli Enti Locali per l'attuazione del DPR 412/93 (controllo e censimento impianti termici). Le Regioni riferiscono sullo stato di attuazione di tale DPR.</p>
	<p>Art.31 Conferimento di funzioni agli Enti Locali Comma 1: funzioni amministrative in materia di controllo sul risparmio energetico e l'uso razionale dell'energia e le altre funzioni che siano previste dalla legge regionale Comma 2: alle Province vengono attribuite, nell'ambito delle linee d'indirizzo e di coordinamento previste nei piani energetici regionali, le seguenti funzioni: a) la redazione l'adozione dei programmi d'intervento per la promozione del FER e del risparmio energetico, g) l'autorizzazione all'installazione e all'esercizio degli impianti di produzione di energia, h) il controllo sul rendimento energetico degli impianti termici.</p>
L.10/91 - Compiti previsti dagli artt. 12, 14, 30	
Art.12 - Progetti dimostrativi	<p>Concessione di contributi in conto capitale per la progettazione e la realizzazione di impianti con caratteristiche innovative per aspetti tecnici e/o gestionali e/o organizzativi, che utilizzino FER e/o combustibili non tradizionali ovvero sviluppino prototipi a basso consumo specifico (nuove tecnologie di combustione, di gassificazione, di liquefazione del carbone e di smaltimento delle ceneri), impianti ad energia solare finalizzati, in particolare alla potabilizzazione dell'acqua. Il contributo è concesso nel limite del 50% della spesa ammissibile preventivata.</p>
Art.14 - Derivazioni d'acqua - Contributi per la riattivazione e per la costruzione di nuovi impianti	<p>Contributi in conto capitale per: a) riattivazione impianti idroelettrici dismessi o con concessioni rinunciate precedenti la data del 9 gennaio 1991, b) costruzione di nuovi impianti nonché ripotenziamento che utilizzino concessioni di derivazioni d'acqua.</p>
Art.30 - Certificazione energetica degli edifici	<p>Emanare norme per la certificazione energetica degli edifici, individuando i soggetti abilitati alla certificazione.</p>

	LR 3/1999 (Regione Emilia-Romagna) – Parte II, Titolo V, Capo XI “Energia”
Art. 84. Funzioni della Regione	<p>2. Compete alla Regione la definizione di obiettivi e linee di politica energetica regionale, attraverso l'adozione del Piano Energetico Regionale, nonché l'adozione di atti di indirizzo e coordinamento per la sua articolazione a livello territoriale. Il Piano definisce prescrizioni, indirizzi e direttive per i PTCP.</p> <p>3. La Regione esercita, in particolare, le funzioni concernenti:</p> <ol style="list-style-type: none"> l'approvazione di programmi a dimensione regionale, nonché progetti di interesse regionale finalizzati allo sviluppo sostenibile del sistema energetico regionale; la ripartizione fra gli enti delegati delle disponibilità finanziarie regionali per l'attuazione dei programmi di loro competenza; la promozione dello sviluppo e qualificazione dei servizi energetici di pubblica utilità nonché di attività di ricerca applicata e di attività sperimentali e dimostrative; la definizione delle procedure per l'individuazione e localizzazione di impianti e reti per produzione, trasformazione, trasporto e distribuzione di energia. <p>4. In materia di fonti rinnovabili, risparmio energetico e uso razionale dell'energia, la Regione esercita in particolare le funzioni concernenti:</p> <ol style="list-style-type: none"> la concessione di contributi per la progettazione e realizzazione di impianti che utilizzino fonti rinnovabili e di iniziative utilizzanti tecnologie innovative che non hanno raggiunto la maturità commerciale secondo le linee di indirizzo stabilite in ambito nazionale; la promozione della ricerca, dello sviluppo dimostrativo e della diffusione di impianti ad alta efficienza; il coordinamento dei compiti degli Enti Locali per l'attuazione del DPR 412/93; l'assistenza agli Enti Locali per le attività di informazione e orientamento degli utenti finali dell'energia.
Art. 85 Funzioni delle Province	<p>1. Le Province concorrono alla determinazione della politica energetica regionale ed esercitano, tra le altre, le seguenti funzioni:</p> <ol style="list-style-type: none"> l'adozione di programmi e progetti di intervento finalizzati allo sviluppo sostenibile del sistema energetico territoriale, con particolare riferimento alla promozione dell'uso razionale dell'energia delle fonti rinnovabili e del risparmio energetico, salvo quanto previsto per i Comuni (vedi art.86, comma 2); l'autorizzazione alla installazione ed all'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica, nel rispetto delle competenze dello Stato; l'autorizzazione alla installazione ed all'esercizio delle reti di trasporto e distribuzione dell'energia; le altre funzioni attribuite da specifiche disposizioni legislative dello Stato.
Art. 86. Funzioni dei Comuni	<p>1. I Comuni possono dotarsi di piani comunali relativi all'uso razionale dell'energia, al risparmio energetico e alle fonti rinnovabili.</p> <p>2. I Comuni esercitano le seguenti funzioni:</p> <ol style="list-style-type: none"> programmazione e valutazione tecnico-amministrativa dei progetti di teleriscaldamento che riguardino il territorio comunale, con particolare riferimento all'individuazione delle aree che risultano idonee alla realizzazione degli impianti e delle reti di teleriscaldamento nonché dei limiti e dei criteri nel cui ambito deve essere privilegiato il ricorso all'allaccio alle reti da parte di soggetti i cui immobili rientrano in dette aree; formulazione e valutazione dei programmi e dei progetti per la qualificazione energetica del sistema edilizio urbano, anche attraverso la formulazione di programmi integrati, ai sensi della legislazione regionale in materia. <p>3. I Comuni esercitano inoltre, le funzioni attribuite loro da specifiche disposizioni legislative statali.</p>

E' comunque evidente che è necessario valutare attraverso quali linee e strumenti le suddette funzioni possano esplicitarsi e dimostrarsi incisive nel momento di orientare e selezionare le scelte in campo energetico sul territorio e/o di validare la coerenza localizzativa o di taglia degli impianti di produzione.

Per perseguire gli obiettivi di un modello energetico sostenibile, si incontrano ostacoli ed opportunità di varia natura, che possono essere tecnici, economici e istituzionali. Dal punto di vista tecnico, anche se c'è ancora moltissimo da fare, esistono tuttavia soluzioni già sviluppate e spesso anche già dimostrate sul terreno che, se largamente applicate, permetterebbero di progredire nel senso della sostenibilità. L'economicità va di pari passo con lo sviluppo tecnologico; anche in questo caso vi sono soluzioni più sostenibili che sono, o potrebbero rapidamente diventare, economicamente più convenienti di quelle oggi più largamente impiegate.

Secondo un approccio economico classico, ci si dovrebbe attendere che i singoli attori operanti sul mercato accedano, senza particolari programmi di iniziativa pubblica, a qualsiasi opportunità di risparmio energetico che risulti attraente dal punto di vista economico che dal punto di vista della sostenibilità ambientale. Diversi studi hanno viceversa dimostrato che la diffusione di tecnologie efficienti e alternative è fortemente impedita dall'esistenza di vere e proprie distorsioni e barriere di mercato ed in particolare dalla difficoltà dell'utilizzatore finale a considerare i costi relativi all'intero ciclo di vita e non solo il costo capitale iniziale, dall'accesso limitato al credito e all'informazione, dalla ripartizione a volte asimmetrica di costi e benefici, nonché da veri e propri ostacoli di carattere istituzionale e normativo.

Queste barriere sono di tipo differente a seconda del gruppo di consumatori e degli usi finali, ma i loro effetti sono assai simili e di dimensioni paragonabili.

Ne risulta un notevole divario di efficienza (efficiency gap) tra le tecnologie esistenti e la migliore tecnologia presente sul mercato anche a prezzi competitivi. Le implicazioni del fenomeno dell'efficiency gap per l'efficacia della pianificazione energetica sostenibile impongono una riflessione sulle cause della differenza osservata e sugli strumenti a disposizione per colmarla.

Tradizionalmente, il dibattito sugli strumenti a disposizione della politica ambientale per la riduzione delle suddette barriere si è concentrato sulla distinzione tra strumenti giuridici o di regolamentazione e strumenti economici, ed in particolare sulle potenzialità dei secondi rispetto ai primi.

1.1 Gli strumenti di sostegno

1.1.1 Strumenti di controllo

Gli strumenti di controllo comprendono tutte quelle azioni, che esercitano una influenza diretta sugli agenti economici, consumatori o produttori in termini di prescrizioni e criteri.

Le norme tecniche (per esempio quelle che stabiliscono soglie minime o massime di accettabilità per l'efficienza per apparecchi che consumano energia o per le emissioni derivanti da un processo di combustione, oppure le imposizioni di usare o non usare un certo tipo di tecnologia, o combustibile) o i criteri autorizzativi (per esempio quelli riguardanti l'installazione di impianti di produzione di energia), sono sicuramente utili e importanti. Tuttavia, se non sono gestiti

correttamente, possono costituire ostacoli al cambiamento. La ragione è che la tecnologia evolve molto rapidamente, mentre le norme cambiano più lentamente. Ne segue che:

- Le norme tecniche e le prescrizioni dovrebbero sempre essere separate dalle leggi, e seguire procedure amministrative più semplici. Spesso, norme tecniche inglobate in leggi rappresentano il meglio delle conoscenze al momento in cui sono elaborate, ma diventano rapidamente obsolete rispetto al progresso tecnico: aggiornarle significa emendare una legge, procedura generalmente lunga e complicata.
- Quando possibile, è meglio specificare in una norma il risultato che si vuole ottenere, piuttosto che la particolare soluzione tecnica da adottare. La tecnologia evolve, ed è possibile - anzi, probabile - che nuove soluzioni più soddisfacenti e più economiche si rendano disponibili per raggiungere lo stesso risultato. Al massimo, un allegato tecnico può mostrare che esiste almeno una tecnologia per ottenere il risultato voluto, ma è più efficace lasciare che sia il mercato a scegliere di volta in volta la soluzione migliore.
- Nel periodo di decollo di una tecnologia (per esempio per una fonte rinnovabile) è difficile determinare uno standard opportuno: valori troppo bassi rischiano il fallimento del progetto per la bassa qualità dell'impianto, con conseguente perdita di fiducia dei consumatori e dei finanziatori; valori troppo alti rischiano di comportare costi troppo elevati e non necessari.

1.1.2 Strumenti finanziari

La promozione di alcune tecnologie può richiedere, in alcuni casi, tempi di ritorno degli investimenti sufficientemente lunghi. Si rende perciò necessario, da parte dell'amministrazione provinciale, prendere in considerazione l'opportunità di incentivazioni di carattere finanziario che stimoli l'adesione dei soggetti interessati a norme di pianificazione non obbligatoria.

Nel caso degli strumenti economici, principalmente incentivi finanziari o misure fiscali (tassazioni, sgravi), quindi, il comportamento degli agenti economici non viene più rigidamente regolamentato come nel caso precedente, ma influenzato attraverso i prezzi e i costi.

La tassazione non dovrebbe essere considerata soltanto uno strumento in grado di indurre risparmio energetico attraverso la riduzione della domanda di energia in ragione della variazione dei prezzi. Essa può, infatti, stimolare il risparmio anche attraverso l'impulso all'innovazione tecnologica ottenuto utilizzando il gettito per incentivi all'introduzione di tecnologie più efficienti sia a livello di imprese che di consumatori.

L'introduzione di sgravi fiscali contribuisce positivamente all'implementazione della tecnologia, mentre i sussidi di investimento sono considerati essere uno strumento essenziale per lo stimolo sul mercato.

L'esperienza maturata insegna che in generale gli incentivi finanziari diretti sono uno degli strumenti più efficaci per lo sviluppo delle "energie sostenibili" e anche la possibilità più concreta per un governo locale per avere parte attiva in questo ambito.

Le motivazioni e le modalità del supporto con strumenti economici devono però essere chiaramente indicate: molti sussidi indiscriminati del passato hanno avuto complessivamente effetti negativi attraverso la distorsione del mercato e hanno anche in molti casi rallentato lo sviluppo tecnologico. Vi sono due ordini di motivi per questo sostegno. Il primo è la correzione di imperfezioni del mercato. Un'analisi economica corretta non può limitarsi ai prezzi di mercato. All'interno di questi ultimi, infatti, non vengono inseriti i costi sociali e ambientali associati all'uso dell'energia. La letteratura individua numerosi costi di questo tipo in relazione ai vettori energetici

tradizionali. Si tratta per lo più di costi esterni legati all'inquinamento. A tali costi si devono aggiungere quelli che hanno implicazioni di carattere socio-economico. La perdita di tempo dovuto alla congestione da traffico costituisce un esempio di costo esterno, che implica un abbassamento del livello di benessere generale, poiché sottrae tempo prezioso che potrebbe essere impiegato in modo alternativo. Tutti questi costi vengono denominati esternalità proprio perché sono esterni al prezzo stabilito dal mercato: hanno quindi la caratteristica di essere pagati dalla collettività e non dagli utenti dell'attività che le hanno causate.

Finché non si tenga compiutamente conto delle esternalità, o si continui a concedere sussidi a forme energetiche convenzionali, si discriminerà negativamente nei confronti delle energie sostenibili (vi sono anche altre cause di discriminazione, per esempio di natura finanziaria, o di mancanza di informazione). L'adozione di incentivi economici alle energie sostenibili è dunque dovuto nella misura in cui questa discriminazione permane.

Il secondo motivo è che le tecnologie convenzionali, anche se non avessero oggi sussidi e supporti, li hanno avuti nel passato, in una misura sufficiente a permettere loro di abbassare i costi seguendo rapidamente la curva di apprendimento (come è noto, per ogni tecnologia innovativa i costi di produzione si abbassano all'aumentare della produzione cumulata, sia per economie di scala, sia per i miglioramenti tecnologici che si introducono con l'uso: per molte tecnologie si è osservato circa un dimezzamento dei costi per ogni aumento di una fattore dieci nella produzione cumulata).

E' quindi giusto che anche alle energie sostenibili vengano date le stesse opportunità, sostenendole per un tempo adeguato e in misura equilibrata. Si deve comunque evitare di sostenere tecnologie che non hanno concrete prospettive di essere concorrenziali sul mercato senza incentivi una volta superata la fase di introduzione.

Diverse forme di incentivazione sono state e sono tuttora impiegate nei vari Paesi per le energie sostenibili. Nel passato, vi è stata una tendenza a una realizzazione diretta di progetti da parte del settore pubblico, oppure a incentivi a fondo perduto che coprivano una parte rilevante delle spese in conto capitale per la realizzazione degli impianti, spesso con poca discriminazione sulla loro bontà tecnica. Questo tipo di supporto in genere non ha funzionato bene: esso non faceva parte di una strategia ben definita e dichiarata per introdurre un sistema energetico più sostenibile, e il settore privato non era pertanto incoraggiato ad accollarsi un rischio finanziario in vista di ritorni di lungo termine. Questi incentivi non erano generalmente basati sulla concorrenza e sul mercato, e spesso incoraggiavano tecnologie già disponibili ma senza concrete prospettive per il futuro. Non c'era nessuna garanzia che gli impianti continuassero a funzionare una volta ottenuti gli incentivi. Con tutto ciò, un certo numero di questi progetti pubblici, scelti bene, e chiaramente indirizzati, possono ancora svolgere un ruolo importante come progetti dimostrativi, utilizzati per individuare e risolvere problemi tecnici, e ancor più problemi non tecnici, purché si rivolgano a utenti reali. Essi possono fornire anche utili informazioni sui costi di realizzazione e di esercizio, e provvedere illustrazione e guida al pubblico, agli imprenditori e agli amministratori.

L'attenzione va quindi spostata verso strumenti di incentivazione basati sul valore dell'energia prodotta piuttosto che sul costo dell'impianto. Alcuni Paesi (Germania, Spagna, Danimarca e nel passato l'Italia con il "CIP-6") hanno per esempio fissato prezzi remunerativi di prelievo dell'elettricità prodotta da fonti rinnovabili (o, in qualche caso, anche da impianti funzionanti in

cogenerazione). Questo prezzo, che può dipendere dal tipo di impianto, è pianificato per un certo numero di anni, e può essere decrescente con il tempo. Questo sistema ha dato buoni risultati nell'accrescere la quota delle energie rinnovabili nella produzione di elettricità, anche se non sempre si basa su concorrenza e forze di mercato.

Il sistema di assegnare una certa quota di elettricità che deve essere prodotta da energie rinnovabili, o "Renewable Portfolio Standard" (RPS), che in Italia, come abbiamo ricordato, è stato attuato mediante i "certificati verdi", è la forma che oggi appare favorita come sostegno temporaneo alla diffusione di tecnologie energetiche sostenibili, anche perché è quello che fa più compiutamente uso dei meccanismi di mercato.

In questo contesto, e alla luce del potenziale di FER sul territorio provinciale, si potrebbe ripensare ad un ruolo più diretto da parte della stessa amministrazioni pubblica, attraverso la partecipazione alla produzione e con la costituzione di un propria impresa, nella produzione di "certificati verdi". Questo terreno andrebbe maggiormente esplorato non solo per le consistenti ricadute economiche nelle casse pubbliche ma anche per un maggior controllo nell'uso del territorio

Un limite di questo approccio è che, se considera sullo stesso piano tutte le varie tecnologie sostenibili (e quindi le mette in concorrenza tra di loro), non è sufficiente a far decollare le tecnologie oggi più costose, ma con maggiori possibilità di riduzione dei costi, come per esempio il solare fotovoltaico. Se si vuole dare un'opportunità anche a queste di svilupparsi occorre allora o assegnare loro una quota riservata nel "portafoglio", o accoppiare al sistema del portafoglio delle condizioni particolari sul prezzo di prelievo dell'energia.

Oltre al sostegno finanziario diretto, la Provincia può attivarsi allo stesso modo, per favorire lo sviluppo di meccanismi di ingegneria finanziaria quali il *project financing*, il *fondo di garanzia ed il finanziamento tramite terzi*.

Un coinvolgimento esteso di soggetti in grado di creare le condizioni di fattibilità di un finanziamento può fornire le condizioni necessarie per svincolare la realizzazione di interventi realizzativi inerenti l'energia dalla dipendenza dalle risorse pubbliche. L'ente pubblico da parte sua potrà svolgere un ruolo rilevante come promotore o coadiuvatore di queste azioni.

Il project financing

La concessione di credito per la realizzazione di un progetto è solitamente connessa alla solidità finanziaria delle imprese promotrici dell'iniziativa, su cui i creditori potrebbero rivalersi in caso di problemi di solvibilità. I progetti ad alta intensità di capitali che garantiscono un flusso monetario di ritorno economico dell'investimento con un'alta redditività (tra cui rientrano quelli che prevedono la produzione di energia) consentono di invertire questo schema classico, fornendo come garanzia per il rimborso del debito la fattibilità e il rendimento interno del progetto stesso. Secondo questo schema, denominato comunemente *project financing*, il credito viene concesso a seguito di una accurata valutazione della qualità del progetto. Gli sponsor del progetto forniscono la garanzia di copertura del rimborso del prestito nella sola eventualità che lo stesso non venga rimborsato dai proventi che il progetto stesso genera nel tempo. La normale attività di gestione risulta quindi la fonte primaria di copertura del rischio.

I partner finanziari intervengono nello schema di *project financing* con forme organizzative flessibili e ruoli e responsabilità differenti. Brevemente, si possono individuare sei tipologie di soggetti:

1. Lo *Sponsor*. E' colui che ha interesse alla realizzazione del progetto, è il promotore, colui che ricerca il coinvolgimento degli altri soggetti.
2. La *Project Company*. E' la società che viene creata appositamente per la realizzazione del progetto, è uno strumento per limitare il rischio ai soli capitali apportati al progetto stesso.

3. Il *Financial Advisor*. Partecipa alla stesura e al controllo del business-plan del progetto. Ha il compito di verificare la fattibilità economico-finanziaria del progetto.
4. Il *Financial Arranger*. Ha il compito di organizzare e predisporre lo schema finanziario che dovrà sostenere il progetto.
5. L'*Equity Investor*. E' lo sponsor che apporta capitale di rischio al progetto.
6. Il *General Contractor*. E' l'impresa che si aggiudica la costruzione dell'infrastruttura.

Fondo di garanzia per il credito

E' l'istituzione di un fondo di garanzia a disposizione degli enti pubblici e privati, per sostenerli negli sforzi di ristrutturazione e di rinnovamento delle tecnologie e dei processi produttivi che comportino una diminuzione dei consumi di energia. Una garanzia è un impegno vincolante da parte del garante a pagare una specifica somma di denaro all'istituzione finanziatrice o investitrice su richiesta di questa, in subordine a clausole e condizioni convenute. Il Fondo dovrebbe operare come ente gestore, sulla scorta di una valutazione della validità dei progetti, ad esempio demandate all'Agenzia locale per la gestione dell'energia o altre strutture create "ad hoc" dal fondo stesso.

Finanziamento tramite terzi

Un altro campo d'azione per favorire sistemi energetici sostenibili è quello di facilitarne il finanziamento mediante sistemi di aggregazione della domanda. Infatti, sebbene le tecnologie più sostenibili possano anche dar luogo a grossi impianti, la maggioranza delle applicazioni sono di piccola scala. La dispersione del finanziamento su un numero molto grande di progetti molto piccoli crea uno dei maggiori ostacoli alla loro realizzazione. Gli istituti di credito sono abituati a grossi progetti, quali quelli generalmente richiesti da grandi impianti energetici convenzionali. Il costo di transazione per un piccolo progetto non è di molto inferiore a quello di un grande progetto, quindi, in proporzione, grava molto di più sui progetti piccoli, e facilmente diventa proibitivo. Valutare ogni singola proposta (nel caso del "project financing") o ogni singolo proponente (nel caso del prestito ordinario) è quasi impossibile. Questo costo molto più elevato dell'investimento svantaggia i progetti sostenibili rispetto a quelli convenzionali.

La soluzione a questo problema generalmente consiste nell'aggregare insieme molti progetti simili, in modo che l'analisi tecnica viene svolta una volta per tutte, e i costi di transazione sono molto ridotti. (Questa aggregazione, incidentalmente, è molto utile anche per ridurre i costi di approvvigionamento dei sistemi, facilitare l'installazione, l'operazione, la manutenzione, la disponibilità di parti di ricambio ecc.).

Vi sono molti modi in cui queste aggregazioni possono aver luogo. Una (che ha alcuni interessanti esempi anche in Italia), è quella delle compagnie di servizi energetici (o ESCO), generalmente private o a volte consociate con le Aziende energetiche.

Il meccanismo delle ESCO è decisamente innovativo in quanto permette di superare i vincoli di bilancio degli utenti, spostando l'onere dell'investimento iniziale ad un agente esterno.

Tali compagnie istruiscono l'insieme dei progetti, si rivolgono agli istituti di credito, anticipano il finanziamento dell'impianto, ricevono se vi sono gli incentivi governativi (per esempio, i certificati verdi) e recuperano il capitale anticipato, incassando, per un certo numero di anni prefissati nel contratto, i risparmi economici derivanti dai minori consumi energetici successivi all'intervento.

Il committente continuerà a sostenere, per gli anni stabiliti dal contratto, i costi energetici antecedenti l'intervento. Al termine del periodo concordato, il nuovo impianto diventa di proprietà del committente. Senza oneri aggiuntivi rispetto alle spese correnti, si ottiene, quindi, un nuovo impianto più efficiente, che consente risparmi economici sulla bolletta energetica.

Il meccanismo funziona proprio perché la ESCO, sostenendo in prima persona tutti i costi e le spese di investimento (studi, costi di lavoro, realizzazione dell'investimento e monitoraggio dei risultati), ha interesse a soddisfare il fabbisogno energetico del committente, realizzando l'investimento che garantisce il maggior risparmio energetico nel minor tempo possibile: da ciò deriverà la profittabilità del proprio intervento. L'ESCO non è, infatti, un fornitore di prodotti energetici, il cui guadagno dipende dalla vendita dei kilowattora, cioè dai consumi, ma è un'azienda che vende servizi energetici, per cui i profitti sono proporzionali ai consumi evitati, cioè i "negawattora" (kilowattora risparmiati). Ciò che interessa al committente e alla ESCO non sono quindi i consumi di energia, ma i servizi che l'energia fornisce: calore, illuminazione.

Varianti di questo schema si basano su cooperative, o su imprese miste pubbliche-private o su associazioni di comunità. Queste iniziative si sviluppano bene soprattutto a livello locale, ma è importante che vi sia l'ambiente legislativo adatto, eventuali coperture di garanzia, la disponibilità iniziale di fondi di rotazione ecc. e risulta quindi centrale il ruolo della Provincia nella promozione di tali iniziative.

1.1.3 Diffusione dell'informazione e della formazione

Vi sono altri strumenti possibili, che la Provincia può sviluppare per favorire la diffusione di forme energetiche più sostenibili. Una è l'organizzazione di campagne di informazione/sensibilizzazione, che portino informazioni chiare e oggettive (distinte dalla propaganda commerciale) sulle energie sostenibili.

Tali azioni risultano particolarmente indicate per l'incentivazione all'acquisto di prodotti ad alta efficienza. Tali campagne dovranno essere capillari con la diffusione di brochures da inviare agli utenti, manifesti pubblicitari, sportelli o centri informativi aperti al pubblico. I singoli utenti possono trovare in questi centri personale specializzato, informazioni tecniche ed economiche continuamente aggiornate, esposizione di tecnologie ad alta efficienza.

I consumatori e gli stessi distributori mancano spesso di un esaustivo grado di informazione riguardo all'eventuale convenienza della vendita/acquisto di un prodotto ad alta efficienza e più in generale sulla problematica riguardante l'opportunità del risparmio energetico o di un uso razionale dell'energia. A livello di penetrazione di mercato questo porta innanzitutto al cosiddetto "effetto rincorsa". Il fatto che l'attenzione dei consumatori è prevalentemente rivolta al solo costo iniziale, anziché ai costi totali lungo tutto il ciclo di vita, i produttori sono scarsamente incentivati a produrre dispositivi ad alta efficienza, perché questo non costituisce un vantaggio sul mercato, ma anzi l'eventuale maggiore investimento iniziale può scoraggiare l'acquirente.

I consumatori, inoltre, non seguono la stretta razionalità economica, ma scelgono spesso in base a criteri estetici e mode. Il consumatore, non ancora consapevole del valore del risparmio energetico, è portato a scegliere la tecnologia guardando principalmente ad alcune caratteristiche di qualità di prodotto più evidenti, alla riconoscibilità del marchio, e alla dotazione di optional particolari. La valutazione della qualità e delle prestazioni generalmente non investe l'aspetto dell'efficienza energetica. D'altra parte anche i rivenditori nella maggior parte dei casi ignorano l'importanza della efficienza energetica nella presentazione dei diversi prodotti.

Proprio l'assenza di correlazioni fra prezzo ed efficienza energetica rende un po' più complicato il discorso dello stimolare il mercato dei prodotti più efficienti.

Va inoltre sottolineato il fatto che una parte consistente della riduzione dei consumi è legata ad un comportamento corretto degli utenti (verifica della temperatura interna, corretto uso delle apparecchiature, ecc.): è importante allora che l'amministrazione locale si impegni anche in un'azione di "educazione al risparmio" attraverso campagne di sensibilizzazione capillari per stimolare comportamenti energeticamente efficienti nei vari settori di attività: seminari nelle scuole, workshop, concorsi, mostre, corsi per i propri dipendenti, ecc.).

I programmi di informazione dovranno essere affiancati a programmi di formazione per progettisti ed attraverso corsi di aggiornamento sulle tecnologie più recenti e sulla loro utilizzazione. La disponibilità di professionisti qualificati è cruciale per lo sviluppo di un mercato in quanto questi agiranno come consulenti diretti dei privati e giocano quindi un ruolo cruciale per l'avvio del mercato. Un programma di corsi dovrebbe essere implementato con le organizzazioni di settore come ANIM (Associazione nazionale Impiantisti Manutentori) o ECIPA (Ente Confederale di Istruzioni Professionale per l'Artigianato e le piccole imprese).

L'amministrazione locale può impegnarsi infine, a far conoscere gli eventuali canali e modalità per poter accedere a incentivi eventualmente già previsti dalla legge. Sarebbe opportuna la creazione di una campagna informativa che preveda anche l'istituzione di sportelli di consulenza e supporto diretto cui il privato possa far riferimento nel momento in cui decide di operare un intervento. In questo modo potrebbero essere velocizzati ed alleggeriti iter burocratici troppo lunghi e onerosi, che spesso agiscono da deterrente nei confronti di tali opportunità.

1.1.4 Campagne di gestione dell'energia negli edifici destinati ad uso pubblico

Una delle azioni che possono creare un impulso alla diffusione delle tecnologie efficienti è a carico della stessa amministrazione pubblica, mediante interventi sul proprio patrimonio. Dagli interventi di miglioramento dell'isolamento delle murature e delle vetrate, alla revisione degli impianti di illuminazione, alla gestione e manutenzione corretta degli impianti termici e di condizionamento, alla istituzione di una lista di apparecchiature ad alta efficienza per ufficio ed illuminazione, da cui attingere per ogni nuovo acquisto, all'uso del solare per la produzione di acqua calda o per riscaldamento ambienti, all'installazione di pannelli fotovoltaici.

Gli impianti pilota o dimostrativi hanno un effetto positivo sull'attenzione pubblica riguardo le varie tecnologie e sulle future decisioni degli investitori privati.

L'installazione o introduzione di tecnologie innovative sugli edifici pubblici, accompagnata da una idonea informazione sui benefici conseguibili, può essere un'ottimo esempio in questa direzione e rientra quindi a pieno titolo nel processo di informazione/sensibilizzazione di cui si è parlato precedentemente.

Sono quindi chiari i ruoli e le responsabilità di un'Amministrazione Pubblica che deve dare "il buon esempio".

1.1.5 Gli accordi volontari

Le linee e gli strumenti di intervento esposti sino ad ora possono trovare le migliori possibilità di attuazione e sviluppo nell'ambito di programmi di partecipazione e campagne coordinate fra l'ente pubblico e i diversi attori interessati.

Quello dell'accordo volontario è uno degli strumenti di programmazione concertata che attualmente viene considerato tra i mezzi più efficaci per le iniziative nel settore energetico. Il principale elemento che lo caratterizza è lo scambio volontario di impegni a fronte dell'attuazione di determinati interventi e del raggiungimento degli obiettivi pattuiti.

In questo senso la Provincia dovrà porsi come referente anche sovra-comunale per diventare promotrice di tavoli di lavoro con i soggetti che partecipano alla gestione dell'energia nelle diverse aree del proprio territorio (utility, altre amministrazioni comunali, associazioni di comuni, associazioni di categoria –dei produttori, rivenditori, consumatori-, consulenti, popolazione), per attivare un discorso operativo integrato su risparmio, rinnovabili, ambiente. Il tavolo di lavoro avrà lo scopo di arrivare ad accordi volontari, iniziative coordinate e/o all'attivazione di finanziamenti specifici per promuovere le nuove tecnologie nei differenti settori.

In ambito Provinciale di importanza strategica sarà, in particolare, il coinvolgimento primariamente delle utilities energetiche (alla luce dei recenti decreti sul risparmio) e delle associazioni di comuni, come per esempio le comunità montane.

La partecipazione di tutti i portatori di interesse è essenziale per perseguire uno sviluppo sostenibile e durevole. Nella Dichiarazione di Rio de Janeiro sull'Ambiente e lo Sviluppo (1992) si afferma che "il modo migliore di trattare le questioni ambientali è quello di assicurare la partecipazione di tutti i cittadini interessati ai diversi livelli" (principio 10).

Anche la Comunità Europea ha proposto nel suo Quinto Programma d'Azione per l'ambiente un nuovo approccio basato sulla responsabilizzazione, sul dialogo e sull'azione concertata di tutte le parti interessate (pubbliche amministrazioni, consumatori e imprese) portatrici di priorità diverse. La nuova strategia del tipo "agiamo insieme" deve certamente affiancare le misure ambientali improntate all'approccio "non si deve".

Un programma di campagne coordinate può rappresentare un'importante opportunità di innovazione per le imprese e per il mercato, può essere la sede per la promozione efficace di nuove forme di partnership nell'elaborazione di progetti operativi o per la sponsorizzazione di varie azioni di intervento.

Gli obiettivi prioritari nella scelta di questo tipo di interazione si possono identificare:

- per le imprese, nella possibilità di partecipazione diretta alle politiche pubbliche e nella conseguente possibilità di proporre interventi basati sulle proprie priorità e capacità di azione;
- per i soggetti pubblici, nella creazione di un sistema di azione basato sul consenso e la cooperazione con i settori produttivi, attivando meccanismi di scambio informativo e dispositivi capaci di sfruttare al meglio le potenzialità esistenti a livello di imprese.

Gli accordi, inoltre, presentano potenzialità interessanti dal punto di vista delle capacità di cogliere e sfruttare, in particolare, le specificità locali dei sistemi territoriali coinvolti.

La Provincia porrà particolare attenzione, nell'apertura del "tavolo di concertazione", nel coinvolgimento di tutti i soggetti a qualsiasi titolo interessati agli interventi proposti.

Nel caso in cui gli interventi delineati negli indirizzi di piano siano molto diffusi (come, ad esempio, nel caso delle azioni di risparmio energetico nel residenziale), coinvolgendo quindi una pluralità di soggetti con i quali non è prevedibile instaurare un rapporto diretto, la Provincia si attiverà nella ricerca di soggetti con capacità di aggregazione degli interessi diffusi con i quali promuovere possibili accordi volontari.

1.1.6 Adeguamento legislativo e normativo dei piani territoriali e settoriali interessati

Le innovazioni introdotte dalla recente legislazione nazionale, sia nel campo della programmazione energetica sia in quello della programmazione territoriale e settoriale, stanno determinando un progressivo decentramento a livello locale della pianificazione energetica.

In questo modo si va configurando uno strumento attraverso il quale l'amministrazione provinciale può predisporre un progetto complessivo di sviluppo dell'intero sistema energetico, coerente con lo sviluppo socioeconomico e produttivo del suo territorio. Ciò comporta una sempre maggiore correlazione ed interazione tra la pianificazione energetica ed i piani territoriali e settoriali. D'altra parte, in questi ultimi la variabile energia è generalmente assente o inclusa all'interno della variabile ambientale. Risulta quindi indispensabile il loro adeguamento per tenere opportunamente in considerazione tale variabile.

E' auspicabile quindi, che la Provincia si impegni, sia in prima persona, che agendo sulle singole amministrazioni comunali, affinché il "fattore energia" venga fatto proprio dagli strumenti di pianificazione territoriale e di programmazione economica, nei piani di settore (Piano Regolatore Generale, Piano del traffico, Piano dei rifiuti, Piano delle acque), nelle procedure di VIA, in modo che diventi elemento di considerazione e possa integrarsi con gli interventi che l'Amministrazione mette in campo in altri ambiti.

Negli indirizzi di piano verranno sottolineate le interazioni con altri strumenti pianificatori. Basti pensare alla pianificazione urbanistica ed a quella dei trasporti, piuttosto che a quella relativa alla gestione delle risorse del territorio.

1.1.7 La semplificazione amministrativa

E' noto che spesso lo sviluppo di interventi nel settore energetico è stato bloccato o rallentato da numerose barriere non di tipo tecnico ne' economico. La complessità delle procedure amministrative molte volte costituisce una di queste barriere. E' quindi indispensabile che ci si attivi verso una maggior semplificazione nei modi e nelle competenze proprie di ogni amministrazione.

L'alleggerimento degli iter burocratici e amministrativi per la richiesta dei permessi per l'installazione di impianti solari, la revisione dei vincoli urbanistici per permettere una maggiore flessibilità nei confronti di alcuni interventi, sono solo alcuni tra gli esempi più semplici in tal senso.

1.2 Gli strumenti di gestione e verifica

1.2.1 Potenziamento delle strutture provinciali in materia di energia

Le funzioni di attuazione, gestione, controllo e verifica della pianificazione energetica provinciale richiedono un'adeguata capacità di intervento a livello locale e, quindi, il potenziamento delle strutture provinciali competenti in materia energetica. Ciò suggerisce la necessità di istituire, attraverso norme provinciali, specifici organismi di assistenza e consulenza in materia energetica quali, ad esempio, l'Agenzia Provinciale per l'Energia, cioè di una organizzazione specifica che abbia il ruolo di coordinamento, programmazione, promozione di tutte le molteplici azioni che caratterizzano le problematiche energetiche su scala locale. L'Agenzia è, in sostanza, un referente tecnico ed organizzativo, che garantisce continuità e unità di azione in continua relazione con i soggetti (privati o pubblici) che si occupano di attuare i singoli progetti previsti dalla pianificazione energetica.

Il modello di organizzazione d'impresa al quale ci si ispira è quello della cosiddetta "impresa rete". L'Agenzia sarà costituita da una serie di strutture, anche decentrate sull'intero territorio, che assumeranno la forma di sportelli di consulenza e gestione energetica. L'Agenzia, sarà promossa dall'ente locale, cui spetteranno i compiti di indirizzo e verifica, approvando i programmi e definendo gli standard per le azioni da intraprendere attraverso l'Agenzia stessa. La gestione sarà invece demandata ad un insieme di soggetti privati e pubblici (imprese, associazioni di categoria, aziende speciali pubbliche, enti di ricerca, studi privati) che siano in grado di assicurare, attraverso contratti e convenzioni con l'ente locale, la realizzazione delle azioni prefissate.

Nell'ambito della costituzione di una agenzia a livello provinciale, sicuramente di importanza strategica sarà, a tale proposito, il coinvolgimento delle utilities energetiche per la definizione degli interventi di risparmio previsti dai decreti ministeriali dell'aprile 2001, nonché quello delle associazioni comunali, prime fra tutte le comunità montane, soprattutto nell'ambito di azioni per la valorizzazione delle fonti rinnovabili.

Il progetto di costituzione dell'Agenzia consiste dunque nell'attivazione di una struttura specializzata nella fornitura di servizi aventi contemporaneamente una natura istituzionale e una di mercato. Quella istituzionale consiste nel realizzare azioni di ricerca, promozione, formazione e informazione nel campo del risparmio energetico e uso delle fonti rinnovabili. Tali servizi, proprio per la loro caratteristica di avere utilità sociale, non possono avere un prezzo di mercato e quindi essere venduti con un corrispettivo.

L'Agenzia sarà anche organizzata per fornire una serie di servizi che possono essere venduti sul mercato, in modo tale da ricavare da questi ultimi, per lo meno nel medio termine, le entrate economiche necessarie al proprio sostentamento.

Gli ambiti di intervento dell'Agenzia saranno dunque i seguenti:

- ricerca e promozione;*
- consulenza e assistenza tecnica;*
- assistenza finanziaria;*
- formazione e informazione;*
- gestione dei servizi energetici.*

Nel seguito sono descritti i settori che saranno di interesse dell'Agenzia, definendo, per ognuno di essi, l'ambito nel quale intendono collocarsi.

Nuova edilizia

L'Agenzia ha il compito di predisporre gli strumenti adeguati per finalizzare la realizzazione delle nuove aree di impiego edilizio secondo criteri di razionalizzazione energetica e tutela ambientale, in modo tale che la realizzazione di nuovi insediamenti abitativi venga progettata con impianti più efficienti dal punto di vista energetico, con sistemi di raccolta e smaltimento dei rifiuti adeguati, con soluzioni innovative e a basso impatto ambientale per la raccolta, il convogliamento e la depurazione delle acque, la realizzazione degli spazi verdi. L'Agenzia avrà funzioni di esplorare i nuovi settori tecnologici, preparare le azioni di formazione e informazione adeguate sia per i soggetti privati sia per gli uffici comunali, predisporre interventi di assistenza finanziaria alle imprese che vorranno realizzare progetti edilizi con i criteri accennati precedentemente.

Edilizia esistente

Per gli edifici esistenti, sia di proprietà pubblica che privata, l'Agenzia deve promuovere gli interventi che possono permettere una migliore gestione energetica (ad esempio risparmio nella climatizzazione, l'installazione di impianti solari termici e fotovoltaici, la piccola cogenerazione, piccoli impianti di riscaldamento a biomassa, sistemi di controllo dei consumi ecc.). Le funzioni svolte in questo caso saranno relative alla informazione dell'utenza rispetto alle diverse possibilità esistenti sul mercato, all'assistenza tecnica per realizzare l'audit energetico degli edifici, alla consulenza sulla fattibilità, l'investimento, i tempi di rientro dell'intervento, all'assistenza finanziaria (finanziamenti e deducibilità fiscali).

Le aree di particolare interesse, a tale proposito, sono sicuramente in ambito provinciale quelle extra urbane. La minor compattezza del tessuto edilizio (che determina generalmente dei consumi specifici per climatizzazione maggiori e nel contempo assicura un più favorevole rapporto superficie/abitanti), la presenza più consistente di singoli proprietari che possono decidere ed agire in prima persona (senza, come avviene in genere in ambito urbano, la mediazione di un amministratore di condominio), la maggiore disponibilità in loco di potenziali fonti rinnovabili sono elementi, infatti, che possono favorire una maggior possibilità di realizzazione degli interventi sopra indicati.

Imprese e terziario

Le attività economiche, soprattutto di media e piccola dimensione, localizzate prevalentemente al di fuori delle aree metropolitane, rappresentano un utente importante per l'Agenzia provinciale, soprattutto in termini di stimolo verso scelte di investimento che abbiano come obiettivo anche l'efficienza energetica. Interessanti a questo fine saranno le iniziative che l'Agenzia riuscirà ad attivare per la definizione di azioni di efficienza interna alle singole unità, nonché di interventi per la realizzazione di servizi energetici che coinvolgano più strutture produttive. Ruoli dell'Agenzia saranno sia interventi di formazione e informazione, sia l'assistenza tecnica e la consulenza. L'Agenzia cercherà inoltre di ottimizzare i servizi forniti alle imprese, dando attuazione ai principi del Regolamento CEE n.1836/93 (Ecogestione e Audit) sia in campo ambientale che energetico, sperimentando le procedure previste anche presso settori quali la distribuzione commerciale e i servizi pubblici, soggetti importanti sotto il profilo della razionalizzazione energetica, soprattutto nel capoluogo, dove è concentrata la maggior parte delle attività terziarie.

Cogenerazione e teleriscaldamento

In questo settore di intervento l'Agenzia si pone come obiettivo il coordinamento delle iniziative connesse alla realizzazione di nuovi impianti di produzione combinata di energia elettrica e calore, in relazione soprattutto alla loro localizzazione urbanistica e alle necessità di minimizzazione

dell'impatto ambientale. Inoltre, in stretta relazione con gli uffici di programmazione urbanistica ed edilizia e con gli uffici tecnici, coordina la diffusione degli allacciamenti alla rete di teleriscaldamento.

Audit energetico e ambientale

Uno dei settori prioritari per l'attivazione dell'Agenzia, sarà la creazione di competenze tecnico professionali nel settore dell'audit, sia dei sistemi energetici che possono interessare l'ambito cittadino (edilizia, piccole e medie imprese, terziario, edifici pubblici soprattutto dei piccoli comuni dove le esperienze in merito e le innovazioni già presenti possono essere più limitate), sia quello ambientale.

Nel settore dell'edilizia il sistema di audit verificherà le criticità del sistema energetico, prevedendo gli interventi migliorativi da realizzare. Sulla base degli audit effettuati, l'Agenzia predisporrà un pacchetto di interventi anche per le opere in via di realizzazione interrelati con la produzione, l'avviamento e l'esercizio delle costruzioni di edilizia residenziale in grado di indirizzare le scelte tecniche e costruttive.

Procedure simili saranno adottate anche per altri settori, compreso il campo dell'illuminazione pubblica e della diffusione ai soggetti privati di sistemi di illuminazione a più elevata efficienza.

L'Agenzia, attraverso terminali appositamente creati presso associazioni di categoria e professionali, provvederà alla realizzazione degli audit e alla prestazione dell'assistenza tecnica per quella clientela che sta già realizzando tale procedura.

Controllo degli impianti termici

L'Agenzia darà attuazione agli adempimenti previsti dalla legge 10/91 e dai DPR 412/93 e 555/99 in tema di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, effettuando la gestione, attraverso verificatori adeguatamente formati e coinvolgendo le associazioni di categoria interessate, dei controlli inerenti l'esercizio degli impianti di riscaldamento. L'Agenzia provvederà inoltre a fornire ai tecnici di fiducia dell'utenza un manuale operativo per la realizzazione delle operazioni di manutenzione.

Informazione

L'Agenzia avrà come suo compito prioritario quello di organizzare, attraverso gli sportelli, l'informazione all'utenza relativamente alle opportunità offerte dal risparmio energetico e all'uso delle fonti rinnovabili. Verranno promosse campagne informative a scadenza annuale rivolte a tutti i cittadini, alle utenze del settore terziario e nei confronti della popolazione scolastica. Tali campagne avranno come tema il problema generale del risparmio energetico e i benefici di ordine ambientale ed economico ottenibili come comportamenti meno dissipativi di energia. Inoltre le campagne annuali saranno suddivise in moduli relativi ad un tema specifico, quale i sistemi di illuminazione privati, la scelta e l'uso degli elettrodomestici, i sistemi di trasporto pubblico e la conversione a metano o GPL delle automobili private, il risparmio energetico delle macchine per ufficio (stampanti, computer, fotocopiatrici, ecc.). In questo modo gli interventi dell'Agenzia finalizzati a riorientare la domanda energetica e delle risorse ambientali saranno adeguatamente supportati da un sistema di comunicazione efficace, capillare e mirato.

In questo ambito di intervento, l'Agenzia promuoverà anche delle procedure di negoziazione con la cittadinanza in funzione dei progetti che verranno realizzati nel settore energetico, come ad esempio quando si tratterà di localizzare il sistema di cogenerazione, di attuare i lavori connessi al teleriscaldamento, di modificare i sistemi di raccolta dei rifiuti oppure di trasporto pubblico, di gestire in termini economico-finanziari l'allacciamento alle utenze per la fornitura del calore.

1.2.2 Formazione dei tecnici provinciali e degli Enti Locali

Le stesse autorità a livello locale non sempre hanno le informazioni necessarie alla valutazione di scelte di politica energetica. Anche se molti progressi sono stati fatti, rimane ancora molto da imparare sia per quanto riguarda la disponibilità di risorse energetiche sia per quanto riguarda la domanda di energia, sia infine per quanto riguarda preferenze e disponibilità degli utilizzatori.

La formazione, la creazione di competenze, l'aggiornamento e l'addestramento sono dunque di fondamentale importanza sia per gli aspetti più tecnici e scientifici, sia anche per quelli di valutazione, di operazione, di organizzazione.

E' opportuno, quindi, che la struttura tecnica provinciale preposta alla gestione del piano, unitamente a quella degli Enti Locali più direttamente coinvolti dalle azioni previste, venga messa in grado di gestire e controllare l'attuazione dello stesso piano e di proporre gli aggiornamenti e le modifiche che eventualmente si rendessero necessarie. A tal fine può essere di notevole utilità l'organizzazione di corsi per un numero limitato di funzionari e tecnici degli uffici preposti.

1.2.3 Verifica del conseguimento degli obiettivi

Le azioni previste dal piano potranno avere delle ricadute non solo sul sistema energetico ma anche, più in generale, sull'intero sistema socioeconomico. Sarà pertanto necessaria una verifica periodica del conseguimento degli obiettivi del piano ed un aggiornamento dello stesso da effettuare attraverso:

- il rilievo dei consumi finali nei vari settori economici ed il loro confronto con quelli previsti dal bilancio obiettivo;
- la verifica della realizzazione degli interventi programmati.

Il rilievo dei consumi finali comporta una azione di monitoraggio permanente sul sistema energetico provinciale, di cui si deve far carico la struttura di gestione del piano. La verifica degli obiettivi previsti può essere effettuata confrontando, in via preliminare, i valori attesi dei consumi ottenibili interpolando il bilancio obiettivo al 2010 con quelli effettivamente riscontrati. Una variazione significativa di questi valori, o alcuni di essi, comporta la necessità di una revisione delle azioni programmate od in corso di attuazione.

2 L'OFFERTA DI ENERGIA – Le fonti fossili

Due sono gli ambiti di interesse diretto verso un adeguato controllo dell'impiego delle fonti fossili: la produzione di energia elettrica in nuovi impianti da queste alimentati e l'ulteriore diffusione del gas naturale.

Dall'attuale struttura del bilancio elettrico provinciale dalla sua evoluzione nel tempo emerge che il saldo consumo/produzione, considerando le perdite e gli autoconsumi, ha sempre presentato un.

Attualmente la provincia "importa" poco meno di 4.000 GWh, equivalenti a 500-600 MWe di potenza installata in centrali convenzionali alimentate da fonti fossili.

Da un punto di vista di bilancio energetico, quindi, l'eventuale "autonomia" della provincia richiederebbe l'installazione di ulteriori centrali di taglia medio-grande.

Le linee guida da seguire per la definizione delle caratteristiche dei sistemi di produzione energetica dovrebbero portare alla costituzione di un parco impianti posto ad un livello di efficienza caratteristico delle migliori tecnologie disponibili e caratterizzato da un relativamente basso impatto sull'ambiente.

D'altra parte si ritiene che l'autonomia energetica della provincia non debba essere ritenuto un obiettivo prioritario che debba incentivare o limitare, di per se', l'installazione di impianti.

Viceversa può essere opportuno "investire" sul potenziale di sostituzione che un nuovo impianto (più efficiente) ha rispetto a quelli esistenti, siano essi interni od esterni al territorio provinciale.

In generale, quindi, il criterio di scelta dovrebbe basarsi sulla diminuzione complessiva, sia interna che esterna alla provincia, dell'impatto ambientale.

A tale riguardo è necessario che i criteri delineati vengano aggiornati periodicamente andando ad incidere sicuramente sugli impianti che di volta in volta si vorranno installare, ma anche su quelli già esistenti, incentivandone l'adeguamento o la sostituzione. In tal modo è possibile garantire la presenza di un parco impianti di produzione energetica efficiente ed a basso impatto in relazione alle migliori tecnologie disponibili.

Da questo punto di vista sono sicuramente da incentivare i sistemi che utilizzano fonti rinnovabili o incentivare lo sviluppo dei sistemi di cogenerazione, soprattutto nei settori industriali che presentano fabbisogni contemporanei delle due forme di energia. Ove le condizioni lo consentano, sono da considerare con attenzione le possibilità di dimensionare gli impianti in modo tale da poter servire, mediante reti di teleriscaldamento, utenze residenziali e terziarie, poste nelle vicinanze dell'installazione.

Un elemento qualificante potrà essere dunque la stesura di una normativa d'incentivo delle fonti energetiche rinnovabili che stabilisca che gli operatori che intendano comunque installare impianti ad elevata potenza e funzionanti a combustibili fossili si impegnino anche ad installare una certa percentuale di energia prodotta da FER, reperibile entro il territorio bolognese e/o sviluppare la stessa percentuale in termini di azioni di DSM presso l'utenza finale.

Si possono a volte quindi risparmiare sia soldi sia energia anche se si produce elettricità a un costo specifico maggiore e con un'efficienza leggermente minore (ma spesso accoppiata all'utilizzo del calore cogenerato) oppure se si produce di meno perché si aumenta l'efficienza degli usi finali. L'introduzione di questa visione complessiva di tutta la catena di produzione e utilizzo finale di energia va certamente nella direzione di indicare che un *criterio locale di valutazione dei costi dei servizi energetici è molto spesso più redditizio e utile anche economicamente che non un criterio centralizzato come è stato usato nel passato.*

L'altro aspetto legato all'offerta energetica nel quale la Provincia potrebbe intervenire si riferisce al completamento del processo di metanizzazione, comunque già molto avanzato. Analogamente a quanto detto precedentemente riguardo alla possibilità di legare nuove realizzazioni di produzione di energia elettrica ad azioni di efficientizzazione sul lato domanda, la Provincia potrà farsi promotrice di accordi tali da incentivare (o prescrivere) l'adozione, per le residenze che si allacciano alla rete di distribuzione del gas o che decidono la sostituzione di combustibili a maggior impatto, di caldaie ad altissima efficienza.

E' evidente che l'adozione di sistemi più efficienti comporterà dei costi aggiuntivi. Per tale motivo è indispensabile che gli accordi tengano in considerazione tutti i soggetti in qualche modo coinvolti nelle operazioni di metanizzazione: singoli utenti, installatori, venditori, distributori di gas, enti pubblici, ecc., in modo da ridurre e ridistribuire le spese. Soprattutto, sono da tenere in dovuta considerazione gli accordi con i distributori di gas alla luce di quanto previsto dal Dm MinIndustria del 24 aprile 2001 "Individuazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili di cui all'art. 16, comma 4, del decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164". Infatti, tale decreto prescrive, per i distributori di gas, delle quote di risparmio energetico da ottenere annualmente mediante una serie di azioni di efficientizzazione rivolte essenzialmente all'utenza finale. L'applicazione di tecnologie efficienti, come precedentemente accennato, potrebbe rientrare tra le azioni rivolte al soddisfacimento, da parte dei distributori, delle prescrizioni ministeriali.

Un'altra importante azione da implementare, sempre in concomitanza alla metanizzazione dell'area, riguarda l'incentivazione della tecnologia solare (si veda anche il capitolo corrispondente). L'introduzione di sistemi combinati sole-gas per usi termici trarrebbe vantaggio dal fatto che, comunque, dovrebbero essere realizzati dei lavori per l'installazione del sistema a gas. Anche in questo caso, il risparmio energetico di combustibili fossili che si verrebbe a realizzare potrebbe essere contabilizzato, da parte dei distributori, ai fini del suddetto decreto.

3 L'OFFERTA DI ENERGIA – Le fonti rinnovabili ed assimilate

Nel documento-guida "Energia per il futuro: le fonti energetiche rinnovabili - Libro Bianco per una strategia e un piano d'azione della Comunità"² la Commissione propone un obiettivo indicativo globale del 12% per il contributo delle fonti energetiche rinnovabili al consumo interno lordo di energia dell'Unione Europea nel 2010 equivalenti a 182 Mtep su un totale previsto 1.583 Mtep (pre-Kyoto); attualmente la quota relativa alle fonti rinnovabili è inferiore al 6% equivalente a 74,3 Mtep su un consumo interno lordo di 1.366 Mtep. In termini assoluti significa moltiplicare per 2,5 l'attuale produzione da FER.

Il documento della Commissione Europea sottolinea i positivi risvolti economici ed ambientali che ne deriverebbero³, soprattutto in termini occupazionali.

Al fine di promuovere il decollo delle fonti rinnovabili di energia la Commissione propone una campagna d'azione basata su quattro azioni chiave (vedi tabella).

Azione Campagna	Nuova capacità installata proposta	Stima del costo di investimento (Mld-ECU)	Finanziamento pubblico proposto (Mld-ECU)	Totale costi di combustibile evitati (Mld-ECU)	Riduzioni di CO ₂ in (Mton/Anno)
1.000.000 sistemi PV	1.000 MW _p	3	1	0,07	1
10.000 MW centrali eoliche	10.000MW	10	1,5	2,8	20
10.000 MW _{th} impianti biomassa	10.000MW _{th}	5	1	-	16
Integrazione in 100 comunità	1.500MW	2,5	0,5	0,43	3
Totale		20,5	4	3,3	40

Tabella 3.1 Libro Bianco della Commissione Europea-campagna di decollo delle fonti di energia rinnovabili

La Commissione Europea istituirà il quadro generale, fornendo, ove possibile, assistenza tecnica e finanziaria e coordinando le azioni.

² COM (97) 599 def. del 26.11.1997

³ E' stata fatta una valutazione preliminare di alcuni costi e benefici:

- l'investimento netto (calcolato sottraendo all'investimento totale l'investimento che sarebbe stato necessario se l'energia ricavata dalle rinnovabili fosse fornita da tecnologie di combustibili fossili) è stimato a 95 miliardi di ECU;
- la riduzione delle emissioni di anidride carbonica è stimata a 402 milioni di tonnellate l'anno rispetto al 1997;
- l'aumento occupazionale legato al settore delle fonti rinnovabili e del relativo indotto è stimato, al netto delle perdite occupazionali in settori concorrenti, in 500.000 unità per il 2010;
- la crescita potenziale dell'industria europea dell'energia rinnovabile sui mercati internazionali può portare nella bilancia commerciale europea circa 17 miliardi di ECU annui per attività di esportazione.

Il Libro Bianco stima il contributo delle FER per settore secondo lo schema seguente.

TIPO DI ENERGIA	QUOTA UE 1995	QUOTA PREVISTA 2010
1. Energia eolica	2,5 GW	40GW
2. Energia idroelettrica	92 GW	105 GW
2.1 Grandi dimensioni	(82,5, GW)	(91 GW)
2.2 Piccole dimensioni	(9,5 GW)	(14 GW)
3. Energia fotovoltaica	0.03 GWp	3 GWp
4. Biomassa	44,8 Mtep	135 Mtep
5 Energia geotermica		
5.a Elettricità	0,5 GW	1 GW
5.b Calore (comprese pompe di calore)	1,3 GWth	5 GWth
6. Collettori solari termici	6,5 milioni m2	100 milioni m2
7. Energia solare passiva		35 Mtep
8. Altri		1 GW

Tabella 3.2 Libro bianco della Commissione Europea-contributo delle varie FER

Con delibera 137 del 19 novembre 1998 il CIPE ha individuato le linee guida per mantenere fede agli impegni assunti nel dicembre 1997 a Kyoto: riduzione del 6,5% dei gas serra rispetto ai livelli del 1990, stimata in circa 100 milioni di tonnellate di anidride carbonica equivalente rispetto allo scenario tendenziale al 2010. Le linee guida individuano sei azioni prioritarie che porteranno a raggiungere l'obiettivo finale, previsto per il 2008-2012, e gli obiettivi intermedi previsti per il 2003 e il 2006. In particolare, per quanto riguarda l'energia rinnovabile, il contributo prevede una riduzione di CO₂ di 18 – 20 Mton. Nell'ambito della Conferenza Nazionale per l'Energia e l'Ambiente (24-28 novembre 1998) è stato discusso ed approvato il *Libro Bianco per la valorizzazione delle fonti rinnovabili*, successivamente divenuto strumento di programmazione nazionale con provvedimento CIPE del 6 agosto 1999.

Il libro Bianco adempie ad una specifica disposizione della suddetta delibera: stabilisce, per ciascuna fonte rinnovabile, gli obiettivi che devono essere conseguiti per ottenere le riduzioni di emissioni di gas di serra che la suddetta delibera CIPE attribuisce alle fonti rinnovabili, indicando anche le strategie e gli strumenti necessari allo scopo.

Si ritiene possibile un contributo aggiuntivo delle FER, rispetto al 1997 di circa 8,6 Mtep, passando da 11,7 Mtep a 20,3 Mtep del 2008-2012, comprendente la produzione per energia elettrica e termica. Di questi ultimi, circa 16,7 Mtep deriveranno da produzione di energia elettrica e 3,5 Mtep da produzione e uso di calore e biocombustibili.

In particolare, la situazione di mercato delle FER, nella produzione di energia elettrica evolverebbe secondo quanto riportato in tabella:

TECNOLOGIA	1997		2008-2012	
	MWe	Mtep	MWe	Mtep
Idroelet. > 10MW	13.942	7,365	15.000	7,920
Idroelet. < 10MW	2.187	1,787	3.000	2,442
Geotermia elettr.	559	0,859	800	1,294
Eolico	119	0,026	2.500	1,100
Fotovoltaico	16	0,003	300	0,073
Biomasse e Biogas.	192	0,125	2.300	3,036
Rifiuti Elettr.	89	0,055	800	0,880
Totale	17.104	10,221	24.700	16,744

Tabella 3.3 Stima della produzione di energia elettrica da FER presente e futura

Nel caso della produzione di energia termica la situazione è, invece, la seguente:

TECNOLOGIA	1997	2008-2012
	Mtep	Mtep
Biocombustibili	0,060	0,940
Solare termico	0,008	0,222
Geotermia	0,213	0,400
Biomasse & biogas	1,070	1,750
Rifiuti	0,096	0,200
Totale	1,447	3,512

Tabella 3.4 Stima della produzione di energia termica da FER presente e futura

Una parte degli incrementi è attesa nei prossimi 3-4 anni, grazie soprattutto all'attuazione delle iniziative incluse nelle prime sei graduatorie del provvedimento CIP 6/92 ed agli obblighi definiti dal Decreto Legislativo 16 Marzo 1999 n. 79 (decreto "Bersani"). Nel quadro generale di liberalizzazione della produzione di energia elettrica il suddetto decreto, all'art. 11, definisce i criteri generali a cui gli importatori ed i soggetti responsabili di impianti di produzione di energia elettrica devono rispondere per lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili. Tali criteri sono stati sviluppati nel Decreto Ministeriale 11 Novembre 1999⁴.

Tra le strategie individuate per lo sviluppo delle fonti rinnovabili va sicuramente sottolineato il ruolo essenziale delle Regioni e degli Enti Locali riconosciuto dal Governo. Lo stesso Coordinamento Interregionale Energia ha evidenziato come la garanzia del risultato del raddoppio "è fortemente condizionata dai rapporti con le condizioni territoriali, ambientali e sociali con cui si va a impattare ogni qual volta si trasferiscono le politiche e le strategie in azioni concrete quali sono le localizzazioni e la realizzazione degli interventi".

⁴ A decorrere dal 2002, tutti i produttori e gli importatori di elettricità dovranno provvedere ad immettere in rete un quantitativo di elettricità da fonti rinnovabili pari al 2% dell'energia prodotta o importata nell'anno precedente tramite fonti convenzionali, al netto della cogenerazione. Si prevede che si possa soddisfare all'obbligo anche acquistando, in tutto o in parte, l'energia necessaria alla copertura della suddetta quota da altri produttori o dal Gestore della rete di trasmissione nazionale che, ritirando in luogo dell'ENEL l'energia da fonti rinnovabili degli impianti incentivati ai sensi del provvedimento CIP 6/92, ne gode anche dei diritti associati. Secondo il decreto si dovrebbe garantire un'adeguata remunerazione degli investimenti ai produttori che realizzeranno gli impianti alimentati da fonti rinnovabili compensando la non completa competitività di suddette fonti rispetto alle tradizionali tecnologie. Detta remunerazione avviene tramite un meccanismo di mercato che si concretizza nel libero commercio di appositi certificati verdi, emessi da parte del Gestore della rete di trasmissione nazionale, a favore dei produttori da fonti rinnovabili che ne hanno fatto richiesta. Tali produttori potranno quindi vendere i certificati verdi, ad un prezzo determinato da regole di mercato, ai soggetti in capo ai quali grava l'obbligo di acquisto sopra detto.

Non da ultimo, si devono considerare anche le ricadute sul recupero e tutela del territorio che un'opportuna gestione delle rinnovabili può agevolare in aree marginali, come pure la ricaduta economica.

Per quanto riguarda la definizione o l'individuazione degli elementi di integrazione del fattore "energie rinnovabili" nel PTCP, il riferimento è al tema "Generali e di strategia".

- Formulazione dei metodi di valutazione preventiva della sostenibilità ambientale e territoriale del PTCP: ex art. A1, comma 1 e 2.

1. Gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrono alla salvaguardia del valore naturale, ambientale e paesaggistico del territorio ed al miglioramento dello stato dell'ambiente, come condizione per lo sviluppo dei sistemi insediativi e socio economici. A tale scopo le previsioni dei piani, relativi agli usi ed alle trasformazioni del territorio, si uniformano ai criteri di sostenibilità ambientale e territoriale di cui all'art. 2 e sono sottoposte alla valutazione preventiva dei loro probabili effetti sull'ambiente disciplinata dall'art.5.

2. Il PTCP, specificando le previsioni del PTR e del PTPR, definisce il quadro delle risorse e dei sistemi ambientali, nonché il loro grado di riproducibilità e vulnerabilità.

Nel comma 2 si riscontra quindi il riferimento alla valutazione delle fonti energetiche, rinnovabili e non.

- Definizione dei criteri per la localizzazione ed il dimensionamento di strutture e servizi di interesse provinciale e sovracomunale: ex art.26 comma 2c:

Il PTCP è sede di raccordo e verifica delle politiche settoriali della Provincia e strumento di indirizzo e coordinamento per la pianificazione urbanistica comunale. A tal fine il piano: definisce i criteri per la localizzazione e il dimensionamento di strutture e servizi di interesse provinciale e sovracomunale.

Si riscontra, quindi, il riferimento a criteri localizzativi e costruttivi anche di strutture adibite alla produzione energetica.

In questi ultimi anni, il discorso delle infrastrutture atte alla produzione energetica (essenzialmente energia elettrica) ha avuto un fortissimo impulso in seguito al nuovo quadro normativo che ha investito il contesto energetico internazionale e nazionale. E' quindi importante definire, in linea generale, gli ambiti entro cui l'Amministrazione Pubblica, mediante gli strumenti di cui è dotata, può e deve muoversi all'interno di questo quadro normativo.

Infatti, il ruolo dei soggetti pubblici e privati, che a vario titolo intervengono nel settore energetico deve necessariamente essere inserito nel quadro generale di liberalizzazione e creazione dei mercati unici di energia elettrica e del gas naturale, definiti a livello di Unione Europea, e attuati tramite i decreti legislativi di recepimento.

L'uso delle fonti rinnovabili è, quasi per definizione, molto legato alla gestione del territorio e, quindi, il PTCP può sicuramente essere uno strumento idoneo per l'orientamento alla gestione di tali fonti.

Le fonti rinnovabili hanno avuto numerosi blocchi per il loro sviluppo. In alcuni casi le barriere tecniche ed economiche sono state superate, mentre sono ancora spesso presenti delle barriere di tipo amministrativo, prime fra tutte quelle relative all'iter autorizzativo. E' proprio su queste che il Piano deve orientarsi, cercando di definire una vera priorità per un loro sfruttamento.

Si ritiene che vi siano due elementi da considerare in particolare con attenzione:

- alcune risorse rinnovabili (ad esempio acqua e biomasse) possono essere utilizzate anche per altri scopi e possono essere soggette anche ad altri strumenti di pianificazione. E' quindi necessario un coordinamento tra i vari piani cercando di trovare una compatibilità tra i diversi usi possibili. Ad esempio, un piano di recupero del territorio che si appoggi sull'incremento delle superfici boscate deve inserire, tra i suoi obiettivi, anche la possibilità di impiego delle biomasse a fini energetici;
- è necessario che le installazioni rispettino le condizioni di compatibilità ambientale prescritte dalle disposizioni vigenti. Tali condizioni di compatibilità, però, vanno viste in un contesto non esclusivamente localistico, nel senso che si deve dare molta importanza agli impatti che tali fonti (gli impianti che le utilizzano) contribuiscono ad evitare. Anche in questo caso è necessario, come accennato in un punto precedente, che il PTCP assuma un approccio globale. Un caso tipico può riguardare un parco eolico, dove l'unico vero impatto viene considerato essere quello visivo. Al di là della *oggettiva soggettività* di tale tipo di impatto (come dimostrato da diverse ricerche a riguardo), è necessario che questo venga valutato in un contesto generale pensando, ad esempio, agli impatti che impianti di questo genere possono contribuire a ridurre (impatti ben più quantificabili come quello relativo alle emissioni piuttosto che allo sfruttamento delle risorse non rinnovabili).

Alla luce di tali considerazioni, il PTCP deve orientare gli strumenti di pianificazione comunale verso l'apertura, ove esistano le condizioni, all'impiego delle fonti rinnovabili.

A supporto di tali prerogative giocano un ruolo rilevante:

- il recente protocollo di intesa (7 giugno 2000) stipulato tra Ministero Ambiente e Ministero Beni e le Attività Culturali volto a favorire la diffusione delle fonti rinnovabili, ivi compresa la progettazione bioclimatica, con criteri idonei a salvaguardare beni storici, artistici, architettonici, paesaggistici ed ambientali.

Nell'ambito di tale accordo, entrambi i ministeri, ciascuno nell'ambito delle rispettive competenze, si impegnano a definire criteri, indirizzi e normative per la valutazione dell'inserimento ambientale e paesaggistico delle fonti rinnovabili, e per la valutazione della congruità tra le nuove tecnologie e le tecniche ed i materiali tradizionali delle strutture edilizie storiche, da rendere disponibili agli operatori del settore.

Nei principi del protocollo di intesa, forte enfasi è data alla necessità di una stretta collaborazione e coordinamento tra i suddetti Ministeri e le Regioni, Enti Locali e Federazioni Parchi e Riserve naturali, soprattutto per quanto riguarda la traduzione in concrete linee guida, azioni, direttive e la programmazione degli interventi con particolare riferimento alla loro localizzazione.

- l'accordo stipulato nel febbraio 2001 fra Ministero Ambiente, ENEL, Federparchi, Legambiente riguardante *"Le Aree protette italiane laboratori privilegiati per lo sviluppo e la ricerca di fonti energetiche rinnovabili"*.

Una grande opportunità per i parchi e le aree protette del nostro paese. Non solo spazi dove conservare uno straordinario patrimonio naturale, dove valorizzare il territorio, le tradizioni e la cultura del nostro paese, ma anche luoghi dove avviare la promozione di nuove produzioni amiche dell'ambiente. Le aree protette possono quindi diventare laboratori privilegiati dove impiantare, sperimentare e sviluppare l'uso di energie rinnovabili, dove procedere ad interventi

di riqualificazione del territorio e di risanamento e di riduzione degli impatti ambientali, soprattutto sui corsi d'acqua.

Una nuova sfida importante, dunque, per una realtà del nostro paese che già rappresenta un esempio unico nel panorama internazionale. Non c'è paese al mondo, infatti, dove si sia assistito in un periodo tanto breve, ad un impulso così significativo nell'istituzione di parchi e aree protette: in soli sette anni il territorio nazionale posto sotto tutela è passato dal 3% al 10% e oggi l'Italia può contare su 20 parchi nazionali, 156 riserve naturali statali, 89 parchi naturali regionali, 197 riserve naturali regionali e 106 altre aree protette, per un totale 2.600.000 ettari. Tutto questo territorio acquista un valore in più, quello di fungere da trampolino di lancio per politiche sostenibili del nostro paese.

Particolare attenzione, in questo ambito, dovrà meritare il settore turistico, visto l'interesse sempre più marcato verso le tematiche di un "turismo sostenibile".

Turismo e ambiente sono ambiti da gestire con forme di programmazione integrata ed intersettoriale. Se è vero infatti che l'ambiente costituisce una risorsa primaria per il turismo è innegabile che quest'ultimo può contribuire alla sua valorizzazione e tutela.

Lo sfruttamento di fonti rinnovabili in strutture turistiche è in grado di favorire lo sviluppo del settore stesso. Infatti, una struttura turistica (sia essa un albergo, un campeggio, un agriturismo) progettato in modo ottimale dal punto di vista del rispetto dell'ambiente e del risparmio energetico, sarà in grado, negli anni, di attrarre segmenti sempre più ampi di clienti, soprattutto alla luce di una sempre più crescente coscienza ambientale e domanda di un "turismo verde" da parte degli utenti. A sua volta il turismo e le attività ad esso connesse sono in grado di favorire l'implementazione e l'affermazione di tali tecnologie, soprattutto perché rappresentano un convincente veicolo di comunicazione e dimostrazione (strutture visibili per un gran numero di persone).

Un particolare approfondimento potrebbe riguardare, in particolare, le strutture turistiche delle aree protette o parchi, che, proprio per le loro peculiarità ambientali, rappresentano, e rappresenteranno sempre di più negli anni a venire, un importante polo di attrazione.

3.1 La fonte idroelettrica

Energia idroelettrica è un termine usato per definire l'energia elettrica ottenibile a partire da una caduta d'acqua, convertendo con un apposito macchinario l'energia meccanica contenuta nella portata d'acqua trattata. Gli impianti idraulici, quindi, sfruttano l'energia potenziale meccanica contenuta in una portata di acqua che si trova disponibile ad una certa quota rispetto al livello cui sono posizionate le turbine. Pertanto, 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:

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

Gli impianti possono essere poi:

- A. ad acqua fluente;
- B. a bacino;
- C. di accumulo a mezzo pompaggio.

In funzione del salto gli impianti idraulici possono essere:

1. a bassa caduta ($H > 50$ m);
2. a media caduta ($H = 50 \div 250$ m);
3. ad alta caduta ($H = 250 \div 1000$ m);
4. ad altissima caduta ($H > 1000$ m).

Mentre in funzione della portata si parla di:

- i. piccola portata ($Q > 10$ m³/s);
- ii. media portata ($Q = 10 \div 100$ m³/s);
- iii. grande portata ($Q = 100 \div 1000$ m³/s)
- iv. altissima portata ($Q > 1000$ m³/s).

Non tutti gli impianti mini-idro sono catalogabili fra quelli con i più bassi livelli di caduta e portata, dal momento che la taglia è individuata dal prodotto di queste due grandezze.

Una centrale è composta in genere da un'*opera di derivazione* (contenente uno sbarramento), un'*opera di adduzione* (condotte di collegamento), una *condotta forzata*, una centrale elettrica che contiene il macchinario di conversione e generazione e un'*opera di restituzione*. La derivazione di acque è regolata per legge sulla base di apposite concessioni governative che risultano sempre a titolo oneroso e che sono soggette a rinnovo con durata, in genere, almeno 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. La potenza effettivamente ritraibile da un impianto idraulico si esprime secondo la seguente formula:

$$P = \mu \cdot Q \cdot H \cdot 9,81$$

ove μ rappresenta il rendimento globale dell'impianto, Q la portata espressa in m^3/s e H il salto geodetico espresso in m.

Una delle particolarità salienti di questi impianti è legata al fatto che per tipologia impiantistica e taglia si prestano ad essere del tutto automatizzati. L'impiego di macchinario elettromeccanico realizzato *ad hoc* consente in qualche modo di ottimizzarne i costi ma va comunque tenuto presente che i costi legati a questa voce non superano in genere il 10-15% del totale. Il macchinario è costituito in genere da piccole turbine Francis e Pelton per gli impianti con maggiori salti.

3.1.1 Inquadramento del settore

La fonte idroelettrica è sicuramente una delle fonti energetiche più tradizionali. A livello mondiale circa il 20% del totale dell'energia elettrica viene prodotta utilizzando tale fonte. E' una tecnologia molto matura con una caratteristica peculiare data dalla durata delle opere civili legate agli sbarramenti per la creazione dei dislivelli. Oltre che sulla maturità tecnologica non vi sono dubbi neppure sulla convenienza, nonostante l'alta intensità di capitale dell'investimento. Un problema riguarda, invece, la possibilità di realizzare nuovi impianti idroelettrici in presenza di uno sfruttamento già intensivo, come avviene nei paesi più industrializzati. Infatti è evidente che, sebbene una centrale idroelettrica non produca sostanze inquinanti, le opere idrauliche necessarie al suo funzionamento hanno un grosso impatto ambientale sul paesaggio, sulla difesa del territorio dalle piene e sugli usi irrigui, domestici ed industriali dell'acqua. Viceversa, è molto più auspicabile lo sviluppo del cosiddetto "idroelettrico minore", ovvero di piccoli impianti fino a 10 MW. Attualmente si stima che nel mondo vi sia una potenza installata di questi impianti di circa 47000 MW. In Europa la potenza installata è di circa 9000 MW.

L'evoluzione delle tecniche costruttive ha permesso di realizzare elettroturbine compatte, standardizzate, di facile installazione, con elevati rendimenti, che consentono di trasformare in energia elettrica, vantaggiosamente da un punto di vista finanziario, anche portate e salti modesti. Gli impianti idroelettrici di piccola taglia appartengono, in genere, alla categoria ad acqua fluente.

Altre interessanti modalità di sfruttamento della risorsa idrica a fini energetici si riferiscono alle unità di produzione in sistemi idraulici per usi diversi, caratterizzati dalla dissipazione di parte del contenuto energetico disponibile, con interventi di recupero energetico su salti idraulici modesti economicamente sfruttabili con turbine di piccola taglia. Questo tipo di sfruttamento assume significato per le seguenti motivazioni:

- la risorsa idroelettrica dipende in misura minore dalle caratteristiche idrologiche del sito nei sistemi idrici ad uso diverso, in quanto è in funzione della continuità di erogazione del servizio idrico primario;
- la scala dimensionale degli interventi di recupero comporta una riduzione dei costi delle opere civili, dal momento che tutte le opere di convogliamento, nei sistemi idrici ad uso diverso, sono a carico del servizio primario;

la realizzazione di piccole centrali su sistemi idrici ad uso plurimo consente di ridurre l'impatto ambientale delle opere civili.

Le possibilità di recupero possono riguardare le diverse categorie di sistemi idrici che normalmente regolano i cicli di sfruttamento delle acque in ambito locale. Questi possono essere così introdotti:

- impianti per il trasferimento di acqua;

- acquedotti locali o reti acquedottistiche complesse;
- reti idriche ad uso plurimo, potabile, industriale e irriguo;
- sistemi di canali irrigui;
- canali o condotte di deflusso;
- trasverse fluviali.

La casistica degli impianti di recupero è notevolmente vasta e diversificata e comprende l'utilizzo idroelettrico di: acquedotti per uso potabile; acquedotti ad uso plurimo, potabile, irriguo ed industriale; invasi per uso irriguo; canali e condotte di deflusso.

Le diverse possibilità di sfruttamento energetico della fonte idrica si ripercuote ovviamente anche sui costi di realizzazione degli impianti. Una grande incidenza deriva dalla necessità o meno di realizzare opere civili nella fase di costruzione della centrale. In linea di massima si può considerare un intervallo di costi tra i 3 ed i 5 MLire/kW. I costi di gestione e di manutenzione si possono aggirare attorno al 2 – 3 % dei costi dell'impianto. Come riferimento per il costo di produzione si possono considerare valori compresi tra le 85 e le 200 Lire/kWh.

Alcune turbine Banki, realizzate in Italia, per impianti micro-hydro hanno costi compresi fra 1,5 e 2,5 milioni di lire/kW nella classe da 10 a 60 kW.

Un possibile incentivo alla realizzazione degli impianti, ipotizzati per le aree urbane e/o suburbane, potrebbe venire dalla loro integrazione in sistemi DPS (piccoli impianti distribuiti di accumulo a mezzo pompaggio⁵) ed in questo caso tali impianti potrebbero, significativamente, partecipare al miglioramento della qualità del sistema di distribuzione elettrica a livello locale, specie nelle aree appenniniche della penisola.

A parità di energia prodotta, una centrale idroelettrica che genera 6 GWh permette di ridurre l'emissione di anidride carbonica di 4.000 t/anno rispetto ad una centrale a carbone. Per una generazione di 1.900 GWh/anno, quale quella che si realizzerebbe sviluppando il potenziale prima detto, si avrebbe una riduzione di 1,27 Mt/anno di diossido di carbonio e 3.800 t di ossidi di azoto oltre a 535 t di particolati vari.

L'impatto ambientale degli impianti è comunque legato alla trasformazione del territorio e alla derivazione o captazione di risorse idriche da corpi idrici superficiali.

Il *Deflusso Minimo Vitale* costituisce, come anticipato, un elemento di valutazione notevole per la stima della effettiva incidenza che hanno le derivazioni sui corpi idrici assoggettati. L'impatto ambientale degli impianti idraulici è ben diverso e varia in misura notevole a seconda che si tratti di impianti a bacino⁶ 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:

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

⁵ Ubicati in posizioni assai vicine ai centri di utilizzazione massiva dell'energia elettrica (aree urbane assai densamente popolate o aree industriali caratterizzate da intensi prelievi elettrici). Vedi Reynolds (1995).

⁶ quello dovuto agli impianti di bacino è di gran lunga superiore agli altri, ovviamente, per la presenza della diga e dell'invaso che creano una rilevante modificazione territoriale.

La limitazione dell'entità e della rilevanza di queste due voci può essere conseguita sfruttando il concetto di *Deflusso Minimo Vitale (DMV)* negli alvei sottesi. Si tratta di un concetto che, prima ancora che tecnico, è giuridico, essendo stato introdotto in Italia attraverso una legge dello Stato (L. n°183/89). Questo parametro stabilisce "la quota minima di acqua necessaria al mantenimento dei valori ambientali del corpo idrico ad un livello accettabile.

L'impiego tecnico di un criterio di progetto basato su tale parametro non è facile, in quanto lo stesso può essere valutato sulla base di due diversi punti di vista: quello idrologico e quello basato sugli equilibri biologici (*microhabitat*) del corpo idrico in esame. Fra i due esiste una notevole diversità. La portata di DMV calcolata dal punto di vista idrologico può essere molto maggiore di quella basata sui microhabitat (la prima può essere 6 volte la seconda), per cui sembrerebbe di poter dire che "*la metodologia dei micro-habitat garantisce il massimo sfruttamento della risorsa idrica*".

In ogni caso la stima del DMV è assai delicata ed il parametro va impiegato con notevole cautela. In genere, gli impianti mini-hydro presentano un impatto più contenuto 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. 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.

3.1.2 La situazione in Italia ed in Provincia di Bologna

In Italia, l'energia idroelettrica ha costituito la base dell'elettrificazione del paese (fino al 1967 contribuiva per oltre la metà della produzione). Molto difficilmente nuovi grandi impianti idroelettrici potranno essere costruiti in Italia, per cui un ragguardevole contributo ad un auspicabile aumento della produzione di energia da fonti rinnovabili può essere dato dai piccoli impianti idroelettrici.

Secondo le analisi condotte da Tondi et al. (1999)⁷ esistono quote significative di possibile crescita per gli impianti idraulici in Italia, e tali stime trovano conferma anche nelle valutazioni dell'ENEA (1998) secondo cui sarebbe possibile realizzare in Italia, entro il 2010, 850 MWe di impianti idraulici di taglia *small* ($P < 10$ MW), avendone messi in funzione per circa 311 MWe entro il 2001 insieme a 450 MWe di impianti di taglia superiore a 10 MWe.

Non è noto se tali stime abbiano tenuto conto, in una qualche maniera, del fatto che nel nostro paese risultino in scadenza, proprio nel biennio 1998-2000, numerose concessioni governative alla derivazione di risorse idriche per uso elettrico. Questa questione potrebbe essere suscettibile di creare una qualche barriera allo sviluppo dei nuovi impianti oppure al riavvio di quelli legati alle concessioni in scadenza.

Su tutto il territorio nazionale al 1999 esisteva una quota di impianti con potenza fino a 10 MW pari a 1.700 per una potenza complessiva di 2.505 MW. Di questi, più di mille con una potenza inferiore al megawatt.

Per avere un quadro significativo in merito allo stato dello sviluppo del mini-idro in Italia, può essere utile compiere l'*excursus* rappresentato dalle tabelle che seguono.

⁷ TONDI ET AL. (1999).

Classe di potenza	N° impianti	Pot. Nominale (MW)	Producibilità (GWh/a)
Oltre 200 MW	17	8720	9798
Da 100 a 200 MW	22	3293	6449
Da 50 a 100 MW	29	2098	6251
Da 30 a 50 MW	60	2654	8006
Da 20 a 30 MW	55	1529	5115
Da 10 a 20 MW	112	1741	5666
Da 5 a 10 MW	127	1010	3581
Da 1 a 5 MW	395	975	3820
Fino a 1 MW	1163	520	1940
Totale	1980	22540	50626

Tabella 3.5 Impianti mini-idro in Italia

GWh	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Totale FER	45613	45846	45306	48368	41618	46440	46449	46843	51992
Idro	42239	42200	41425	44658	37781	42036	41560	41214	45358
Idro<1MW	1386	1450	1469	1633	1411	1649	1627	1718	1762

Tabella 3.6 Raffronto tra impianti mini-idro ed altre FER

Nonostante l'esistenza delle graduatorie del CIP 6/92, e quindi la possibilità di sviluppare impianti della potenza inferiore a 10 MW fino ad un totale di 3300 MW [ENEA (1998)] (si avrebbe quindi un incremento del 32% circa), non è chiaro come sia possibile sviluppare nuovi impianti idraulici se non saranno definiti i rapporti con il sistema delle concessioni alla derivazione e sul meccanismo attuativo dei *certificati verdi*.

La tabella a seguire offre il panorama della crescita impiantistica stimata da TONDI et al. (1999), che risulta esser stato basato su un censimento dei corsi d'acqua attraversanti aree urbane ed aree di interesse idroelettrico effettuato in Italia nell'ambito del Progetto THERMIE della UE. Sui 350 corpi idrici censiti ed interessanti aree di tipo urbano (400), sono stati individuati 814 siti potenziali di cui circa 450 in aree di tipo urbano e suburbano e 107 nella sola Regione Valle d'Aosta, per un totale di circa 921 siti.

In tali siti potrebbero sorgere nuovi impianti oppure si potrebbe procedere al recupero ed al potenziamento di quelli esistenti che risultano dismessi o comunque abbandonati anche per problemi inerenti alle concessioni.

Potenziale Idraulico sfruttabile in Italia	
Descrizione	Valore
Numero di siti	921
Potenza installabile (MW)	4.21.69
Energia producibile (GWh/anno)	1.874.30
Numero di siti in aree suburbane o urbane	456
Potenza installabile (MW)	1.15.56
Energia producibile (GWh/anno)	499.88

Dati da TONDI et al. (1999)

Tabella 3.7 Potenziale idro in Italia

Dai 456 siti potenziali rilevati sarebbe possibile, attraverso l'installazione di impianti per una potenza stimata pari a 115 MW⁸, generare circa 500 GWh/anno con un fattore di utilizzazione medio pari a circa 4500 h/anno.

L'investimento totale per tutti i siti esaminati assommerebbe a circa 880 miliardi di lire italiane, mentre per le sole aree urbane si dovrebbero spendere solo 283 miliardi di lire. È particolarmente significativo il fatto che, sugli 814 siti ipotizzati, solo 31 consentirebbero l'installazione di impianti con una potenza superiore a 1 MW.

A sostegno degli impianti di piccola taglia, in questo caso quelli con potenza inferiore ai 3 MW ad acqua fluente (ve ne sono oltre 450 sul territorio nazionale), è stata emanata dall'Autorità dell'Energia Elettrica e del Gas la delibera 82 dell'8 giugno 1999. Con tale delibera, si riconoscono dei prezzi maggiori per l'energia elettrica prodotta da questi impianti, che hanno costi di produzione generalmente più elevati.

Come già analizzato nel capitolo riguardante la struttura dell'offerta di energia, attualmente in Provincia di Bologna ci sono 12 impianti idroelettrici per un totale di 4,4 MW ed una produzione di 5,34 GWh circa nel 2000.

I principali numeri e le caratteristiche degli impianti vengono riassunti nella tabella seguente.

Impianto	Corso d'acqua	Anno installazione	Potenza (MW)	Produzione-2000 (MWh)
Seabo		1994	1,89	1334
Enel	Fiume Reno	1946	0,301	372,5
ALTRI			56,2	2.361
Galliani srl	Fiume Reno	1948	0,315	380
Elmi	Torrente Limentra	1996	0,055	115,3
Comune Castel d'Aiano	Torr. Paiarolo e Rivola	1984	0,095	199
Maestrini	Torrente Limentra	1983	0,004	8,9
Tozzoli-Alberti	Torrente Santerno	1995	0,216	454
Tozzoli-Alberti	Torrente Santerno	1996	0,369	775,7
Mazzoni	Torrente Santerno	1993	0,012	26
Taglioli	Torrente Dardagna	2000	0,191	402
AUTOPRODUTTORI			1,02	1.269
Cartiera del Maglio	Fiume Reno	1991		
Cartiere Burgo	Fiume Reno	1950		

Tabella 3.8 Caratteristiche degli impianti idro in Provincia di Bologna

⁸ Ogni impianto avrebbe una potenza media di circa 250 kW.

3.1.3 Il potenziale in Provincia di Bologna

Considerando lo sviluppo del settore negli ultimi dieci anni si nota un andamento marcatamente crescente nella produzione. Si passa dai circa 1.540 MWh verso la metà degli anni '80 ai circa 5.000 MWh attuali. Tale incremento si deve essenzialmente all'introduzione di nuovi impianti da parte di soggetti privati, tutti di piccola taglia.

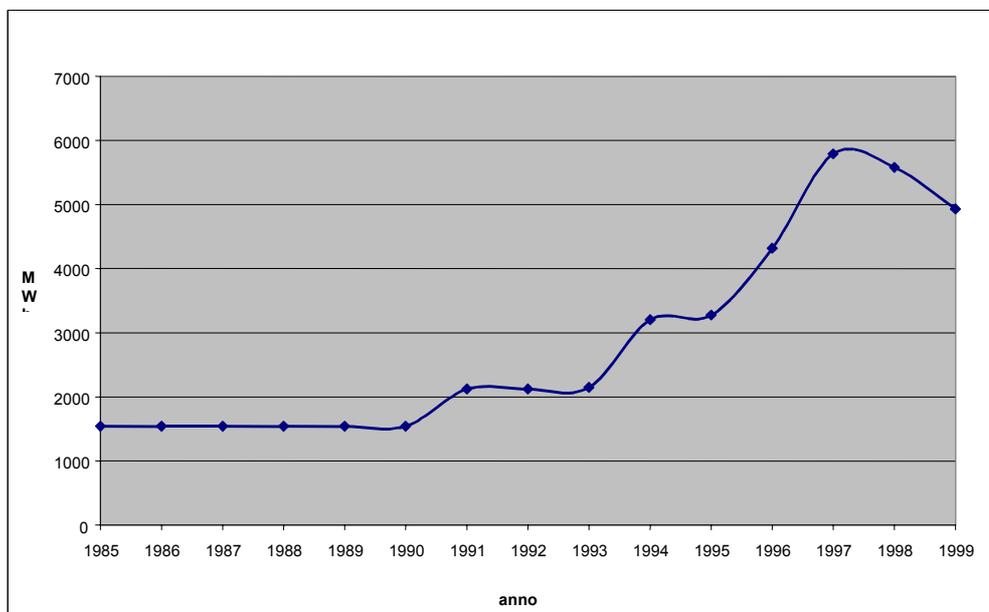


Fig. 3.1 Produzione di energia idroelettrica in Provincia di Bologna

Una valutazione precisa del potenziale di ulteriore sfruttamento delle risorse idriche a fini energetici sul territorio provinciale richiederebbe un'attenta analisi all'interno dei seguenti ambiti:

- possibilità di recupero di impianti dismessi eventualmente esistenti sul territorio;
- possibilità di potenziamento di impianti esistenti;
- possibilità di realizzazione di nuovi impianti in sistemi dedicati;
- possibilità di realizzazione di impianti in sistemi idrici dedicati ad altri scopi.

Chiaramente, per quanto attiene alla possibilità di realizzare nuovi impianti, come già più volte sottolineato, non si può prescindere da attente considerazioni sullo stato dei corsi d'acqua eventualmente sfruttabili.

A questo proposito, ricordiamo che i corpi idrici che attraversano il territorio della Provincia di Bologna sono tutti compresi all'interno del Bacino del fiume Reno.

La perimetrazione del Bacino del Reno è stata approvata con Dpr il 1 giugno 1998. Esso si estende per 4.925 km, interessando una superficie complessiva di 4.352.5 kmq ricadente nei territori di due Regioni (Emilia Romagna e Toscana). I corsi d'acqua principali, oltre al Reno e ai suoi affluenti montani, sono: il Samoggia/Lavino, il sistema Navile/Savena abbandonato, Idice/Savena, Sillaro, Santerno e Senio.

Il territorio del Bacino comprende ben 58 comuni su 60 della provincia di Bologna per un totale di 3.374 kmq (pari al 68% della superficie complessiva) e 859.811 abitanti.

L'analisi conoscitiva preliminare, riguardante qualità e uso della risorsa idrica⁹ in tale bacino, definendo il bilancio idrico provinciale, attuale, al 2006 ed al 2015, indicando le criticità di tipo qualiquantitativo, sta evidenziando come in provincia, negli ultimi anni, si sia proporzionalmente ridotta la "quantità" disponibile di acqua a causa dei crescenti consumi e contemporaneamente si è in parte compromessa la "qualità" della risorsa, in ragione degli attingimenti e degli scarichi sempre più impattanti. In sostanza il "ciclo artificiale" delle acque è diventato sempre più importante, fino ad interagire in modo significativo con il "ciclo naturale".

Gli effetti sono evidenti e preoccupanti: in particolare, le portate nei corsi superficiali stanno facendo registrare lunghi periodi di magre rendendo difficile, soprattutto nei mesi estivi, garantire il minimo deflusso vitale negli alvei.

Alla luce di quanto esposto, e mancando al momento di informazioni dettagliate riguardo al settore idroelettrico in provincia, non è possibile fare una valutazione del potenziale di sfruttamento a breve e medio termine.

3.1.4 Indicazioni e politiche di sviluppo

Si devono agevolare, sul piano autorizzativo e finanziario, prima di tutto gli interventi di ammodernamento e potenziamento di impianti esistenti gestiti a livello locale.

L'aspetto del potenziamento e di recupero degli impianti esistenti è di fondamentale importanza per il settore idroelettrico: molte centrali in funzione hanno una lunga vita alle spalle e potrebbero incrementare la propria efficienza con un intervento di ristrutturazione. E' quindi importante spingere la ristrutturazione prima ancora che incentivare nuove realizzazioni, come d'altra parte previsto dallo stesso D. L. 79/99, articolo 12 comma 1, per quanto riguarda le grandi derivazioni d'acqua per uso idroelettrico: *"Almeno cinque anni prima della scadenza di una concessione di grande derivazione d'acqua per uso idroelettrico, ogni soggetto, purché in possesso di adeguati requisiti organizzativi e finanziari, può chiedere il rilascio della medesima concessione a condizione che presenti un programma di aumento dell'energia prodotta o della potenza installata, nonché un programma di miglioramento e risanamento ambientale del bacino idrografico di pertinenza."*

La stessa legge 10/91, all'articolo 14, afferma:

"...possono essere concessi contributi in conto capitale per iniziative:

di riattivazione di impianti idroelettrici che utilizzino concessioni rinunciate o il cui esercizio sia stato dismesso prima della data di entrata in vigore della presente legge;

di costruzione di nuovi impianti nonché di potenziamento di impianti esistenti, che utilizzino concessioni di derivazioni di acqua."

La ristrutturazione dei vecchi impianti dovrebbe in qualche modo accelerare lo sviluppo dello sfruttamento idrico a fini energetici, considerando anche la barriera molto forte alla realizzazione dei nuovi impianti determinata dalle procedure amministrative, sia per la concessione di derivazione, sia per la costruzione dell'impianto. E' comunque evidente la necessità della semplificazione di tali procedure.

⁹ Riassunta nel documento "Criteri ed indirizzi per l'uso razionale e la tutela della risorsa idrica nel territorio della Provincia di Bologna" messo a punto da ARPA per conto e con la partecipazione della Regione, della Provincia e dell'Autorità di Bacino.

E' evidente che i nuovi interventi di sfruttamento della risorsa devono tener conto delle necessità di tutela del patrimonio ambientale. Infatti, per quanto riguarda le concessioni di derivazioni idriche, queste hanno seguito in passato considerazioni prevalentemente di carattere economico, senza considerare le esigenze di tutela degli ecosistemi acquatici e dell'ambiente circostante. In molti casi le concessioni permettono la derivazione di portate superiori a quelle naturali, spesso già ridotte per derivazioni poste a monte del punto di captazione. Ciò è stato il risultato di una serie di limiti strutturali dovuti essenzialmente alla mancanza di conoscenze e dati dettagliati relativi ai caratteri idroclimatici e naturali dei bacini idrici e di riferimenti di pianificazione. Conseguenza di questo è che la progettazione dei sistemi idroelettrici spesso non ha considerato né le esigenze di tutela degli ecosistemi fluviali, né l'impatto ambientale sul territorio circostante. Si sono pertanto accumulati nel tempo numerosi impianti, ciascuno in grado di produrre impatti rilevanti anche se per brevi tratti. In particolare, l'uso delle risorse idriche per fini energetici può confliggere con usi alternativi, che devono comunque essere presi in considerazione per garantire la sostenibilità complessiva dell'intero sistema idrico.

Per quanto riguarda la costruzione di nuove centrali, si deve svolgere una selezione preventiva degli impianti in base alla *compatibilità ambientale* e con l'intento di evidenziare possibili varianti di progetto che mitigano ulteriormente gli effetti delle opere sul territorio.

La selezione degli impianti fattibili deve tenere in considerazione in particolare le aree a parco e le aree ad alto pregio ambientale. Un approccio diverso deve essere mantenuto comunque nel caso di impianti destinati a servire utenze locali isolate.

La normativa vigente esprime con forza la necessità di considerare le risorse idriche quali risorse ambientali primarie rispetto alle quali gli aspetti relativi alla loro tutela prevalgono ormai sui profili di sfruttamento economico.

E' quindi necessario dare istruzioni tecniche per la determinazione del deflusso minimo vitale in un corso d'acqua naturale. L'obiettivo è di mantenere vitali le condizioni istantanee di funzionalità e di qualità dell'ecosistema fluviale, in senso globale. Il DMV deve rispondere, oltre che a criteri di qualità ambientale, a obiettivi di salvaguardia del bilancio idrico a livello provinciale, di tutela delle utenze minori, di mantenimento delle capacità di autodepurazione dei corsi d'acqua e di preservazione di una base minima di risorse idriche per necessità future. L'applicazione del DMV non è il mezzo per ottenere l'assenso alla costruzione ovunque di nuove opere, ma è un dispositivo atto a costituire un "limite", al quale non tanto bisogna tendere ma che occorrerebbe superare per il mantenimento di condizioni normali nell'ambiente fluviale.

In questo senso, di fondamentale importanza, come riferimento, saranno la redazione e l'adozione di piani di gestione delle risorse idriche, articolati a livello di bacino. Con indicazioni sulle acque sfruttabili o che richiedono tutela, essi consentono di gestire le risorse idriche da un punto di vista di sostenibilità economica ed ambientale. Tale strumento risulta essenziale per poter definire i criteri e le linee guida con cui consentire lo sviluppo dell'idroelettrico. Uno degli obiettivi di primario interesse nei piani è infatti il confronto tra le diverse variabili ambientali esistenti, nell'intento di definire modelli di pratica utilizzazione correlando i diversi parametri (morfometrici, idrologici, biologici, fisico-chimici) presi in esame.

I piani di gestione delle risorse idriche costituiscono il riferimento fondamentale per la tutela delle acque correnti superficiali naturali, per qualunque ipotesi di ulteriore uso dell'acqua. Inoltre, prevedono la formulazione di proposte per la regolazione degli usi attuali e di indirizzo per i nuovi progetti.

Organo preposto alla gestione delle funzioni di pianificazione e programmazione del territorio del Bacino del Reno è l'Autorità di Bacino, costituita ai sensi dell'art.5 della legge regionale 183 del 18 maggio 1989 attraverso un'intesa tra le due regioni interessate.

L'art. 138 della L.R. 183/99 prevede che le funzioni di programmazione e pianificazione in materia di difesa del suolo e risorse idriche, siano esercitate dalla Regione, in concorso con gli Enti Locali, attraverso il sistema delle Autorità di Bacino che costituiscono sede di cooperazione istituzionale fra Stato, Regione ed Enti Locali.

Lo strumento di pianificazione principale dell'Autorità di Bacino del Reno consiste nella redazione del Piano di Bacino attraverso stralci per settori funzionali, (individuati in assetto idrogeologico, assetto della rete idrografica, qualità delle acque, razionalizzazione dell'uso delle acque) e per sub-bacini individuati nel Reno e nei principali affluenti.

Il Piano di Bacino del Reno in fase di elaborazione, si è concretizzato per il momento con la stesura di un Progetto di Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (8 giugno 2001) e con la definizione di tre strumenti di sub-bacino relativi a tutti i settori sopra elencati, e cioè stralci territoriali della complessiva pianificazione di bacino:

- *Piano per il sistema idraulico Navile/Savena Abbandonato*, approvato dalla Giunta della Regione Emilia-Romagna, competente per territorio, con delibera n.129 del 8/2/2000
- *Progetto di Piano stralcio per il bacino del torrente Senio*, adottato con delibera del 3/3/2000 e di cui è prossima l'adozione del piano dopo il parere espresso da parte delle Regioni Emilia Romagna e Toscana
- *Progetto di piano stralcio per il bacino del torrente Samoggia*, adottato con delibera del 17/11/2000 ed attualmente in corso di esame da parte della Regione Emilia Romagna, competente per il territorio.

Il Piano di Bacino sarà il riferimento nel settore della difesa del suolo per il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale e, attraverso questo strumento, dei piani regolatori generali dei Comuni.

Assumendo preliminarmente i contenuti integrali del Piano di Bacino ed in particolare dei suoi stralci, il PTCP, in particolare, dovrà strutturarsi come contenitore organico della pianificazione provinciale di settore, contenere tutti gli obiettivi di bacino e tutte le prescrizioni e limitazioni in termini di vincoli richieste per il raggiungimento degli obiettivi di Piano.

E' tuttavia facoltà del PTCP, nella sua veste definitiva in sede di adozione e nella sua funzione di interfaccia diretta della pianificazione urbanistica comunale, provvedere ad una omogeneizzazione dei contenuti normativi dei diversi piani stralcio, soprattutto in ordine al carattere territoriale e nei rapporti con il sistema insediativo ed infrastrutturale definito dal PTCP stesso, anche ai sensi dell'articolo delle NTA del Piano di Bacino ("Coordinamento tra piani") che recita:

"Il Piano territoriale, o sue varianti, provvede a coordinare il complesso di strumenti e norme che riguardano i medesimi territori regolamentati dal presente piano, assicurando il pieno raggiungimento degli obiettivi definiti."

Insieme ai criteri ambientali si deve tenere conto anche dell'apporto in termini di potenza e di energia atteso dai nuovi impianti. Si può stabilire una soglia minima di significatività al di sotto della quale si ritiene di non dover concedere nuove autorizzazioni, salvo nei casi seguenti:

- impianti destinati a soddisfare specifiche esigenze locali. L'autorizzazione alla realizzazione degli stessi andrà effettuata considerando attentamente le motivazioni che inducono alla

costruzione, che non possono essere ricondotte alla semplice produzione per la vendita agli enti produttori;

- impianti di produzione da inserire in acquedotti potabili e irrigui. Evidentemente, tale scelta privilegia il fatto che le opere relative alla captazione risultano già realizzate.

L'inserimento della centrale idroelettrica di recupero nella rete idrica deve essere realizzato nel rispetto della sicurezza di esercizio del servizio primario (la cui continuità deve essere assicurata) ed al tempo stesso assicurando una corretta gestione dei transitori che possono seguire a condizioni di disservizio interno della centrale elettrica o della rete cui la stessa è connessa. Il disegno della centrale idroelettrica di recupero deve pertanto rispondere a due requisiti fondamentali: 1) non deve interferire nella erogazione idraulica alle utenze del servizio primario in nessuna delle possibili condizioni di esercizio della macchina; 2) nei transitori della macchina non devono prodursi perturbazioni di pressione o di livello dannose per la rete idrica.

3.2 La fonte eolica

3.2.1 Inquadramento del settore

La tecnologia di sfruttamento della fonte eolica per la produzione di energia elettrica è quella che probabilmente ha avuto il principale impulso negli ultimi anni, passando da una potenza degli impianti connessi nulla nel 1980 ad una potenza pari a 13500 MW a fine 1999. Se si considera, inoltre, che fino al 1993 la potenza non superava i 3000 MW, è evidente il forte investimento posto nei confronti di questa tecnologia. I programmi di sostegno per le fonti rinnovabili impegnati, hanno fatto sì che una tecnologia relativamente giovane stia acquisendo un ruolo significativo, soprattutto su scala locale. Lo sviluppo si è determinato inizialmente negli Stati Uniti, che ne ha mantenuto il primato fino ai primi anni '90. Attualmente dispongono di circa 2700 MW installati. Ma è in Europa che l'eolico ha sperimentato il maggiore sviluppo soprattutto durante gli ultimi anni, attestandosi a fine '99 ad una quota di 9000 MW installati. All'interno del continente, il ruolo prevalente è dato dalla Germania (4443 MW), dalla Danimarca (1761 MW) e dalla Spagna (1225 MW).

La forte crescita di questa tecnologia è stata accompagnata da una notevole evoluzione tecnologica, come pure da una notevole riduzione di costi. L'evoluzione tecnologica è stata importante nel corso degli ultimi anni, orientando lo standard dei generatori verso i modelli tripala da 600 – 700 kW contro valori di 200 kW durante i primi anni '90. A tale incremento di potenza unitaria ha fatto riscontro un incremento del diametro del rotore, passando da circa 30 metri per i modelli da 200 kW ai circa 43 metri per i modelli da 600 kW. Attualmente il processo verso la realizzazione di modelli con potenze unitarie crescenti ha subito una forte accelerazione, con lo sviluppo di numerosi esemplari di macchine con potenza tra 1 e 2 MW. E' evidente che tale processo di incremento delle potenze risulta favorevole per gli operatori del settore; resta da capire quale sarà il limite di tale sviluppo, soprattutto dettato da fattori economici. Al momento, comunque, le prospettive dell'eolico vedono un apporto sempre crescente delle macchine intorno o superiori ad 1 MW. In Germania, ad esempio, nel 1999 la potenza media unitaria è stata di 930 kW, con valori medi unitari superiori al MW negli ultimi mesi dell'anno. E' comunque evidente, che esistono anche limitazioni alla taglia dei singoli aerogeneratori, dovute alle difficoltà di trasporto ed installazione. Tali difficoltà sono evidentemente presenti nelle regioni ad orografia complessa dove si continueranno a privilegiare taglie inferiori.

Accanto all'evoluzione della potenza unitaria media degli aerogeneratori ed alla loro affidabilità, si è assistito ad una continua riduzione dei costi degli impianti. In Germania il costo è passato dai 2,4 MLire/kW per macchine attorno ai 150 kW, agli 1,8 MLire/kW per macchine attorno ai 300 kW ed agli 1,7 MLire/kW per macchine attorno ai 600 kW. In Danimarca le nuove macchine da 750 kW presentano un costo di poco più di 1,6 MLire/kW.

I costi di installazione dipendono in gran parte dalle condizioni del sito, soprattutto per quanto riguarda l'accessibilità, cioè la presenza dalla strada ordinaria più vicina, e la distanza da una rete elettrica capace di gestire l'energia massima in uscita dalla turbina. E' ovviamente più economico connettere molte turbine in uno stesso sito piuttosto che una sola. D'altra parte ci possono essere limiti alla quantità di energia elettrica complessiva che la rete elettrica locale può gestire. Se la rete elettrica è troppo debole si rende necessario un suo rafforzamento, con ulteriori incrementi di costi. Il costo di esercizio e manutenzione delle macchine dipende ovviamente dall'età delle stesse. Per macchine nuove il costo annuo si aggira attorno all'1,5–2% del costo di investimento iniziale. Generalmente le attuali macchine sono disegnate per una vita utile di 20 anni.

Anche per il costo dell'energia si rileva l'effetto della taglia delle macchine: a parità di condizioni anemometriche, si riscontra un decremento quasi lineare del costo dell'energia passando dalle

macchine di 100 kW a quelle di 750 kW. E' evidente, comunque, che il costo dell'energia eolica è fortemente dipendente dalle condizioni anemometriche. Infatti, la produzione istantanea in un sito varia con il cubo della velocità del vento, mentre la producibilità è funzione della velocità media e dalla distribuzione della velocità stessa nel tempo (parametri di Weibull). Per questo motivo non esiste un costo unico per l'energia eolica, ma un intervallo di costi, a seconda delle condizioni del vento. La relazione tra costo per unità di energia prodotta ed energia prodotta è molto semplice. Se si produce il doppio di energia, si dimezza il costo dell'energia prodotta (si possono considerare leggere deviazioni da questa regola se si ritiene che il costo di manutenzione aumenti con l'utilizzo del generatore). Si può comunque ritenere che, in condizioni anemometriche che si possono avvicinare alle condizioni tipiche italiane, il costo dell'energia elettrica prodotta sia contenuto tra le 100 e le 200 Lire/kWh.

I dati brevemente riportati indicano come la tecnologia eolica abbia raggiunto un buon livello di maturità tecnologica e costi di produzione dell'energia elettrica sufficientemente bassi da consentire, in presenza di un contesto che ne riconosca il basso impatto ambientale, la diffusione nel mercato energetico. E' altresì evidente che la riduzione dei costi è stata tanto più marcata quanto più ampio e certo è stato il mercato di riferimento delle industrie. Attualmente il mercato degli aerogeneratori è in mano a circa trenta imprese costruttrici, soprattutto danesi, tedesche e spagnole, ma il settore è in continua evoluzione. E' importante sottolineare che le principali industrie del settore operano a regime di controllo di qualità che ha contribuito all'elaborazione di standard internazionali specifici per l'eolico quali:

IEC 1400-1: Wind turbine generator systems – part 1: safety requirements;

IEC TC 88: Draft standard on "Acoustic noise measurement techniques for wind turbine generator systems";

IEC TC 88: Draft standard on "Power performance measurement techniques for wind turbine generator systems".

Lo sviluppo dell'eolico ha fatto registrare, oltre agli ovvi benefici ambientali, ricadute occupazionali considerevoli. Si valuta che l'occupazione diretta ed indiretta collegata all'eolico sia pari a circa 40000-50000 unità solo in Germania, Danimarca e Spagna.

E' chiaro che il forte sviluppo della tecnologia eolica deriva dai numerosi vantaggi ad essa associati, tra i quali possiamo annoverare l'abbondanza della fonte, la consistenza della fonte già in energia meccanica, una tecnologia piuttosto semplice di captazione, trasformazione e conversione, l'assenza di emissioni nocive, l'assenza di problemi e/o grossi rischi e buona sicurezza degli impianti di produzione.

E' anche vero che la stessa rapida diffusione degli aerogeneratori ha evidenziato l'esistenza di alcune implicazioni di natura ambientale. In particolare, si è posto l'accento sui seguenti impatti:

- impatto visivo;
- impatto acustico;
- occupazione del territorio;
- flora e fauna;
- interferenze sulle telecomunicazioni;
- elettrodotti e campi elettrici e magnetici.

I generatori eolici sono degli elementi ben visibili nell'ambiente, altrimenti non sarebbero localizzati correttamente da un punto di vista meteorologico. Già si è accennato al fatto che la loro dimensione non varia linearmente con la potenza erogata: tra un generatore di 500 kW ed uno di 1500 kW esiste una differenza di diametro del rotore (circa 40 metri nel primo caso e 60 metri nel secondo), ma l'impatto visivo delle due tipologie di macchine è moderatamente diverso. Anche da

questo punto di vista (oltre che per i già citati fattori di scala che influenzano la producibilità e l'economicità delle macchine) la tendenza ad aumentare la taglia degli aerogeneratori installati riduce, a parità di potenza installata, l'impatto visivo. Esistono varie soluzioni per limitare questo tipo di impatto, come ad esempio il posizionamento delle turbine secondo uno schema regolare oppure in armonia con la conformazione dell'ambiente circostante.

La riduzione del rumore è stato e continua ad essere uno degli obiettivi perseguiti dai produttori di aerogeneratori. Già con le macchine attuali l'impatto è stato notevolmente ridotto, tanto che a distanza di poche centinaia di metri il rumore emesso da una centrale eolica non è percepibile dalle abitazioni. Risulta quindi opportuno mantenere una distanza adeguata dalle abitazioni, che varia in funzione delle caratteristiche delle macchine, dalla configurazione del terreno e delle direzioni del vento prevalenti.

Per quanto riguarda l'occupazione del territorio, è sufficiente ricordare solo alcuni elementi. Da un lato è vero che l'installazione di generatori eolici richiede una notevole quantità di spazio. In effetti la distanza tra i singoli aerogeneratori può variare tra i 3 ed i 10 diametri del rotore, per evitare reciproche interferenze aerodinamiche. D'altra parte questa occupazione di territorio non costituisce generalmente un problema reale, dal momento che solo l'1-2% del territorio interessato all'installazione è effettivamente occupato dalle macchine. Pertanto non è impedita la tradizionale fruizione del territorio, ad esclusione della porzione di terreno su cui sorgono le macchine e le eventuali infrastrutture ed inoltre aumenta la risorsa sfruttabile del terreno. Ciò vuol dire che, in aggiunta al valore determinato dalle tradizionali attività, si aggiunge un'altra risorsa determinata dalla potenzialità di sfruttamento energetico del sito. E' evidente che tali considerazioni vanno modificate nel caso esista un vincolo di rispetto naturalistico, nel qual caso esistono altre considerazioni da affrontare.

Le possibili interferenze degli impianti eolici con la flora e la fauna riguardano solo l'impatto dei volatili con il rotore delle macchine. Dalle esperienze fino ad ora effettuate generalmente, è emerso che anche questo impatto è molto ridotto, anche in situazioni caratterizzate da notevoli flussi migratori.

E' evidente che l'interferenza con le telecomunicazioni è un problema che si può presentare solo in alcuni casi. Anche in questo caso, opportune attenzioni sulle distanze reciproche ne eliminano l'effetto.

Per quanto riguarda i campi elettrici e magnetici, si deve sottolineare che l'argomento riguarda molto marginalmente gli impianti eolici, in quanto nell'area di installazione degli impianti stessi non vi sono linee aeree di trasmissione, bensì linee interrate di media tensione e nelle strette vicinanze dell'area di installazione dell'impianto non esistono edifici residenziali sia per possibili interferenze con il regime eolico sia per problemi di rumore.

3.2.2 La situazione in Italia ed in Provincia di Bologna

In Italia le attività sull'eolico sono partite a inizio degli anni '80, ma le prime installazioni risalgono al 1990, con un crescita molto limitate fino al 1995. Negli ultimi anni, viceversa, si è assistito, come in altri paesi, ad un notevole sviluppo che ha portato, a fine 1999, ad una potenza installata di 282 MW, con una corrispondente produzione di energia elettrica di circa 400 GWh (praticamente doppia rispetto all'anno precedente). La tabella evidenzia la ripartizione regionale della potenza eolica installata. Si noti che più dell'83% dell'installato è presente in sole due provincie (Benevento e Foggia).

Provincia	Potenza (kW)
Benevento	126800
Foggia	108200
Oristano	10880
L'Aquila	10850
Avellino	6080
Sassari	5160
Bologna	3500
Isernia	2760
Cagliari	2355
Perugia	1500
Chieti	1280
Salerno	1100
Catanzaro	640
Trapani	600
Pescara	400
Brindisi	150
Cuneo	150
Palermo	150
Totale	282555

Tabella 3.9 Potenza eolica installata nelle Province italiane

In totale, le macchine connesse alla rete sono, a fine '99, 583, con una potenza media di 484 kW.

L'impulso allo sfruttamento dell'energia eolica in Italia è stato dato essenzialmente dal provvedimento CIP 6/92, che stabilisce prezzi incentivanti per la cessione all'ENEL di energia elettrica prodotta con impianti a fonti rinnovabili o assimilate. Per l'energia eolica, il provvedimento prevede un prezzo di cessione composto da due voci: costi evitati (dall'ENEL) riconosciuti per l'intera vita dell'impianto e sovracosti correlati ai maggiori costi della specifica tipologia di impianto, riconosciuti solo per i primi otto anni. Attualmente il costo complessivo ammonta a circa 193,9 Lire/kWh per i primi otto anni e 92,4 Lire/kWh per gli anni successivi. Successivamente, con due decreti del Ministero dell'Industria, (luglio 1996 e gennaio 1997) è stato confermato che i prezzi di cessione del provvedimento CIP 6/92 devono essere pagati solo per gli impianti già realizzati, in corso di realizzazione, o impianti inclusi sino alla sesta graduatoria del 30 giugno 1996. Gli impianti eolici potenzialmente beneficiari della tariffa CIP 6/92 sino alla sesta graduatoria assommano una potenza complessiva di poco superiore ai 700 MW. Oltre la sesta vi sono state altre tre graduatorie

sino alla fine del 1996 per complessivamente circa 1500 MW di impianti eolici da realizzare. La differenza tra quanto attualmente installato e quanto già definito nelle graduatorie del CIP 6/92 stanno ad indicare le numerose barriere che in un modo o nell'altro si sono opposte alla piena realizzazione delle iniziative. Durante la "Conferenza Nazionale Energia e Ambiente" tenutasi nel novembre 1998 è stato stipulato l'accordo di programma per la realizzazione delle iniziative sulle fonti rinnovabili incluse nelle prime sei graduatorie del provvedimento CIP 6/92. L'accordo coinvolge Governo, Regioni, Enti Locali, Sindacati, ENEL ed ENEA, operatori bancari e imprenditoriali del settore. Il primo pacchetto di tale accordo è operativo e ed è riferito all'eolico. In tale accordo si individuano i principali problemi connessi allo sviluppo dell'eolico in:

- *complessità e indeterminatezza dell'iter autorizzativo per la realizzazione degli impianti;*
- *necessità, in alcuni casi, di considerare la ridislocazione degli impianti rispetto alle località originarie previste nelle graduatorie ENEL;*
- *necessità, in alcuni casi, di effettuare idonei lavori di rinforzamento della rete elettrica destinata a trasportare l'energia elettrica prodotta dagli impianti;*
- *indeterminatezza delle condizioni di finanziabilità dei progetti;*
- *necessità, in alcuni casi, di riconoscere il trasferimento della titolarità dei progetti;*
- *opportunità, in alcune aree interessate da un elevato numero di potenziali insediamenti, di procedere a una valutazione di impatto ambientale complessiva e, in alcuni casi, di effettuare una verifica della valutazione di impatto ambientale di singoli impianti;*
- *necessità di fornire, alle popolazioni ed alle amministrazioni locali, informazioni corrette e idonee alla assunzione di decisioni adeguatamente motivate e ponderate;*
- *opportunità di effettuare il monitoraggio degli impianti che si andranno a realizzare, allo scopo di favorire l'evoluzione della tecnologia e la riduzione dei costi;*
- *opportunità di valutare le ricadute occupazionali e industriali derivanti dalla esecuzione del programma, anche ai fini di una più motivata articolazione di programmi successivi riguardanti l'eolico.*

All'interno dell'accordo, le parti si pongono l'obiettivo di "*individuare, nel rispetto delle norme vigenti e degli impegni già sottoscritti, una soluzione coordinata e concertata dei su elencati problemi, connessi a circa 700 MW di eolico, la cui realizzazione è prevista entro il 2001, ognuna impegnandosi per dare soluzione ai problemi che rientrano nell'ambito delle proprie competenze e/o capacità*".

Si noti che l'obiettivo dei 700 MW di eolico installato corrisponde all'obiettivo del Libro Bianco per l'anno 2002. L'obiettivo per il periodo 2008 – 2010 è, invece, di 2500 MW.

Il primo punto individuato come problema per lo sviluppo degli impianti eolici riguarda la complessità dell'iter autorizzativo. Questa è una barriera ormai studiata e riconosciuta unanimemente. La mancanza di una procedura specifica e ben definita, in aggiunta ad una serie di richieste di permessi e di nulla osta rivolte a vari enti, centrali e periferici, impone tempi e modi procedurali complessi che producono difficoltà nel completamento delle opere, uno spreco di tempo ed una aleatorietà del processo decisionale.

Come indicato nella tabella precedente, la Provincia di Bologna già dispone di un installato eolico di 3.500 kW, tutto concentrato nel Comune di S.Benedetto Val di Sambro. Inaugurato nel novembre 1998, permette di utilizzare a fini energetici la velocità del vento (velocità media annua pari a 6,8 m/sec) presente sul crinale del Monte Galletto. L'impianto consta di 10 aerogeneratori

del tipo monopala aventi ciascuno una taglia di 350 kWe ed in grado di produrre a regime un totale di circa 6.000 MWh/anno, interamente ceduti a ENEL ai sensi del CIP 6.

3.2.3 Il potenziale in Provincia di Bologna

Una stima del potenziale eolico sfruttabile in Provincia di Bologna è stata realizzata utilizzando informazioni generali sulla disponibilità della risorsa vento a livello territoriale e considerando i principali vincoli che, in qualche modo, possono limitarne lo sfruttamento.

Il punto di partenza per la una caratterizzazione anemologica del territorio provinciale è stato lo studio effettuato nell'ambito del Piano Energetico Regionale del 1992.¹⁰

Da tale studio emerge che il terreno di elezione per un eventuale sfruttamento della risorsa in questione è senza dubbio l'area appenninica, nella quale l'attività anemologica cresce con la quota. Le aree a maggior interesse risultano essere in genere quelle che si trovano ad altitudini superiori ai 700-800 metri. Nelle zone al di sotto di tale limite, infatti, le velocità medie rilevate risultano in genere minori di 5 m/sec che rappresenta una soglia minima di interesse per lo sfruttamento energetico della risorsa eolica.

A mano a mano che si sale di quota, la velocità del vento mostra valori sempre più elevati, e può arrivare a superare anche i 10 m/sec al di sopra dei 2000 m.

Le direzioni prevalenti e con più elevato contenuto energetico risultano quelle relative alle direzioni NE-SO e NS, in accordo con la meteorologia tipica degli Appennini.

Per la determinazione del potenziale eolico effettivamente sfruttabile dovranno poi essere considerati primariamente i seguenti vincoli:

- condizioni ambientali dei diversi siti;
- compatibilità con la vincolistica esistente;
- possibilità di accesso;
- presenza di linee elettriche.

Per quanto riguarda le condizioni ambientali, è evidente che l'esatta situazione anemometrica di ogni sito deve derivare da misurazioni in loco. D'altra parte, tra le condizioni ambientali si deve considerare che si ha a che fare con zone montuose-collinari per cui la possibilità di installare aerogeneratori, al di là delle caratteristiche altimetriche e anemometriche, è strettamente legata alla presenza di crinali sufficientemente estesi.

In generale si può ritenere, inoltre, che nelle aree sino a 1200 m s.l.m lo sviluppo di impianti eolici sia possibile se ci sono le infrastrutture necessarie, ma si devono anche accettare effetti penalizzanti sul funzionamento e sulla manutenzione delle macchine eoliche dovuti a fattori climatici ostili soprattutto durante il periodo invernale. A quote superiori a 1600m, allo stato dell'arte attuale, la possibilità di utilizzo dei siti, nonostante la migliore ventosità, potrebbe risultare difficoltosa per questioni climatiche, morfologiche, nonché di accessibilità.

Da tener inoltre presente che per le zone al di sopra dei 1200 metri, potrebbero risultare sostanzialmente ostativi i vincoli di salvaguardia naturalistica.

Nella tav.79 vengono individuate le diverse zone altimetriche di probabile interesse, attraverso la rappresentazione delle curve di livello dai 500 m in sù. Chiaramente tale approccio deve essere assunto nel suo significato probabilistico di orientamento generale, ai fini della successiva

¹⁰ In tale ambito, sono stati utilizzati primariamente i dati forniti dal Servizio Meteorologico Regionale, provenienti da 22 stazioni disseminate sul territorio regionale, ricavandone l'Atlante del Vento della Regione.

individuazione delle micro-aree verso le quali sarà poi opportuno rivolgere uno sforzo supplementare di caratterizzazione di dettaglio.

Si tratta in pratica di una prima indicazione delle aree che, entro i limiti di attendibilità del modello, presenterebbero caratteristiche anemologiche di maggior qualità al cui interno, dunque, maggiore è la probabilità di trovare siti che presentino un effettivo interesse tecnico economico, almeno dal punto di vista anemologico. In modo complementare, quindi, la mappa fornisce un'indicazione delle aree che, salvo possibili eccezioni, non dovrebbero risultare di potenziale interesse per la realizzazione di impianti.

Nella TAV.80 è invece riportata la distribuzione delle aree forestate ripresa dalla carta dell'uso del suolo Corine Land Cover. L'incrocio di tale carta con la mappa delle curve di livello permette di indirizzare ulteriormente l'individuazione delle aree più idonee, sulla base di un "bilancio" tra disponibilità potenziale della risorsa e quello che si può considerare uno dei principali vincoli territoriali (e cioè la presenza o meno di boschi). La carta del Corine Land Cover è costruita mediante rilevazione aerofotogrammetrica con una risoluzione di 25 ettari. E' quindi possibile che includa zone di fatto non coperte da foreste, ma da queste non distinguibili con la risoluzione utilizzata. D'altra parte, si ritiene di valutare anche queste aree nell'esclusione dei potenziali siti eolici, considerando che questi ultimi, data la loro estensione media e gli effetti di disturbo delle zone boscate circostanti, non potrebbero essere localizzati in dette zone.

Come si può notare, le zone (intese in termini di crinali) potenzialmente sfruttabili si riducono sensibilmente, ma sembra comunque possano rimanere quantitativamente significative (TAV.81). Occorre però ribadire che non deve essere escluso in assoluto che in ambito provinciale si possano riscontrare altre aree interessanti, non evidenziate in questa fase, sia per i limiti intrinseci dell'approccio analitico nel saperne prevedere l'esistenza, sia per la risoluzione necessariamente limitata della descrizione dell'orografia. Solo un'indagine puntuale sul territorio con specifiche misurazioni potrebbe rivelare queste aree singolari.

Un altro limite all'installazione di sistemi eolici potrebbe riguardare la distanza dalle zone abitate, essenzialmente per escludere interferenze sonore: in genere si dovrebbe considerare una zona di rispetto che si estenda per circa 200-400 metri attorno ai centri abitati. Da tener presente che comunque si stanno considerando zone scarsamente abitate, con una struttura urbana estremamente parcellizzata.

Va sottolineato il fatto, infine, che nelle valutazioni sviluppate, si è scelto di non individuare e quantificare ulteriori limitazioni derivanti dal piano paesistico o dalla presenza di aree protette, parchi e zone di interesse comunitario (SIC). E' anche vero, comunque, che i vincoli posti da tutti gli atti pianificatori (regionali e sub-regionali) non escludono, a priori, la realizzazione dell'opera.

Vincoli molto importanti, di natura diversa, sono quelli posti dalla presenza o meno di infrastrutture, quali strade e linee elettriche. E' evidente che la maggiore o minore vicinanza di tali strutture alle aree candidate ad installazioni eoliche è un fattore determinante da un punto di vista economico.

In generale sembra che la rete stradale consenta una accessibilità discreta. E' evidente, comunque, che una maggiore evidenza dell'accessibilità alle aree idonee dovrebbe risultare da un'analisi dettagliata della rete stradale comunale.

Da valutare attentamente, oltre alla presenza o meno della linea elettrica, è la sua qualità, che deve essere tale da garantire la possibilità di allacciamento di una serie di aerogeneratori.

Altro fattore di fondamentale importanza è costituito dalla geomorfologia del terreno. Per questo è necessario considerare le zone soggette a franosità, nonché quelle aventi pendenze eccessive.

Sulla base delle considerazioni precedenti e delle elaborazioni cartografiche, si è potuto stimare una dipsonibilità di crinali idonei allo sfruttamento eolico compresa fra i 10 e i 15 km.

Il passaggio alla stima della producibilità teorica è stato valutato quindi, ipotizzando l'utilizzo di sistemi da 900 kW (altezza circa 49 m, diametro circa 40 m).

La definizione di tali parametri consente di determinare la produzione di ogni installazione individuale. Assumendo poi, che la distanza da un impianto all'altro possa essere compresa fra i 5 e gli 8 diametri del rotore e una velocità media del vento pari a 6,5 m/sec, si è potuto stimare una producibilità teorica complessiva compresa fra 113 e 169 GWh/a, corrispondenti ad una potenza installabile di 45 e 68 MW rispettivamente (pari a 2500 ore circa di funzionamento).

E' evidente la significativa potenzialità della risorsa eolica benché, come già detto, altri fattori difficilmente valutabili a questo livello di analisi determineranno una limitazione all'accessibilità a tale risorsa.

A fronte di ciò, ma anche delle possibili ulteriori limitazioni che potrebbero sorgere, come precedentemente accennato, per l'effettivo sfruttamento della risorsa eolica (limitazioni, a questo punto, più di carattere tecnico e difficilmente valutabili a questo livello di analisi), si pone come obiettivo al 2010 l'installazione di aerogeneratori per un equivalente di almeno 50 MW (corrispondenti a circa 125 GWh).

Con tale ipotesi si riportano nella tabella seguente gli effetti in termini di risparmio di fonti fossili e di emissioni di anidride carbonica.

	Obiettivo	Potenziale
Combustibili fossili risparmiati (tep/a)	27.520	34.427
Emissioni di CO ₂ evitate (ton/a)	63.625	86.530

Tabella 3.10 Risparmio di fonti fossili e di emissioni di CO₂

3.2.4 Indicazioni e politiche di sviluppo

L'analisi sul forte sviluppo della tecnologia eolica in molti paesi europei e l'analisi sul potenziale teorico di sfruttabilità della risorsa eolica a livello del territorio della Provincia di Bologna, indicano la notevole attenzione che questa fonte rinnovabile merita, come pure gli sforzi che vanno indirizzati per il suo impiego compatibilmente con la protezione del territorio.

Per questo motivo gli impianti eolici sono considerati di pubblico interesse e di pubblica utilità, come definito dal comma 4 dell'articolo 1 della legge 10/91 e, quindi, la loro realizzazione viene ritenuta indifferibile.

Attualmente esistono le condizioni tecniche ed ambientali affinché si determini un forte incremento dello sfruttamento delle potenzialità della provincia. Parimenti, esistono le condizioni normative facenti riferimento all'obbligo del 2% di fonti rinnovabili per il 2002 come da D.L. 79/99. Con riferimento a questa prescrizione, la fonte eolica è sicuramente tra quelle considerate più promettenti da parte degli operatori del settore.

Con questa concomitanza di fattori risulta chiaro che le reali possibilità di sfruttamento di questa fonte non potranno trovare un limite nella fattibilità tecnica e/o economica, bensì nelle barriere non tecniche, prime tra tutte quelle relative all'iter autorizzativo.

Per questo motivo la Provincia deve adottare tutte le misure di propria competenza affinché la procedura autorizzativa sia definita da condizioni favorevoli ed eque.

Dal canto loro, le installazioni eoliche dovranno rispettare le condizioni di compatibilità ambientale prescritte dalle disposizioni vigenti.

A tale riguardo, la Regione Emilia-Romagna si è dotata della L.R. 24.3.2000, n. 21 "*Disciplina della procedura di impatto ambientale*". La legge regionale definisce i criteri per l'attuazione delle procedure di VIA di competenza regionale, in applicazione della normativa europea (Dir. 85/337/CEE e 97/11/UE) e nazionale (D.P.R. 12 aprile 1996 e D.P.C.M. 3 settembre 1999), distinguendo i progetti di opere o di interventi tra quelli dell'Allegato A e B. Gli *impianti industriali per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento* sono inclusi nell'allegato B.2.9

In base al comma 2.b dell'articolo 4 "*Sono assoggettati alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi degli articoli da 11 a 18 i progetti dell'ALLEGATO B, secondo le soglie ivi indicate, ricadenti, anche parzialmente, all'interno di aree naturali protette come definite dalla legge 6 dicembre 1991 n. 394 e dalla L.R. 2 Aprile 1998, n.11 e successive modifiche e integrazioni*"

In base al comma 1 dell'articolo 4 "*I progetti elencati nell'Allegato B, non ricadenti nelle aree naturali protette, sono sottoposti a processo di Screening, secondo le modalità indicate nei successivi art. 9 e 10. In base al comma 2.c dell'articolo 4 "Qualora, il processo di Screening lo richieda, sono assoggettati alla procedura di VIA anche i progetti dell'ALLEGATO B che non ricadono in aree naturali protette."*

A riguardo della definizione di "Aree Protette", si sottolinea che quanto riportato dalla legge 6 dicembre 1991 n.394 è stato successivamente ampliato dalla Delibera del Ministero dell'Ambiente del 2 dicembre 1996 secondo la quale le aree protette sono:

- parco nazionale;
- riserva naturale statale;
- parco naturale interregionale;
- parco naturale regionale;
- riserva naturale regionale;
- zona umida di importanza internazionale;
- zona di protezione speciale (ZPS);
- zona speciale di conservazione (ZSC);
- altre aree naturali protette.

I siti di importanza comunitaria proposti dalla Regione, una volta approvati potranno essere candidati a diventare ZPS o ZSC.

L'art.5 comma 2 della suddetta legge regionale, definisce come autorità competente per le procedure relative ai progetti di cui all'allegato B.2.9 la Provincia. Qualora la localizzazione di tali progetti interessi il territorio di due o più province, o qualora sia la stessa provincia il proponente del progetto, la competenza passa alla Regione (art.5, comma 1b e 1c).

Di seguito si riportano alcuni elementi che possono servire per una valutazione delle centrali eoliche.

Gli aspetti ambientali che vengono considerati per le centrali eoliche sono correlati a possibili effetti a scala locale:

- occupazione del territorio;
- impatto visivo;
- rumore;
- effetti su flora e fauna;
- interferenze sulle telecomunicazioni;
- effetti elettromagnetici.

In ogni caso, in una corretta visione globale e prospettica, il bilancio costi ambientali/benefici ambientali è da considerarsi ampiamente positivo così che, fatta salva l'ottemperanza ad alcune regole di tutela, le centrali eoliche dovranno sicuramente trovare un generale appoggio.

Occupazione del territorio

Le macchine eoliche debbono essere posizionate sul territorio a debita distanza l'una dall'altra per evitare il fenomeno dell'interferenza aerodinamica. D'altra parte si ribadisce che la parte del territorio non occupata dalle macchine può essere tranquillamente destinata ad altri usi, come l'agricoltura e la pastorizia, senza alcuna controindicazione. Da ricordare, inoltre, che l'installazione di macchine eoliche non altera significativamente, se non per l'aspetto visivo, il terreno impegnato.

Impatto visivo

Gli aerogeneratori sono sempre elementi ben visibili nel paesaggio, altrimenti non sarebbero sistemati opportunamente da un punto di vista meteorologico. In aree piane è spesso una buona idea sistemare le turbine secondo uno schema che sia facilmente percettibile da chi guarda. In ambienti collinari è difficilmente fattibile l'impiego di uno schema semplice ed è generalmente meglio sistemare le turbine lungo il profilo caratteristico del paesaggio.

La dimensione delle turbine non varia linearmente con la potenza erogata; ad esempio, un aerogeneratore da 500kW presenta mediamente un diametro del rotore ed un'altezza della torre di circa 40m, mentre uno dalla potenza di 1500kW per questi due parametri dimensionali è caratterizzato da un valore di circa 60m. L'impatto nel paesaggio di queste due tipologie di macchine è moderatamente diverso, per cui la tendenza odierna ad aumentare continuamente la taglia delle macchine potrebbe ridurre, a parità di potenza globale installata, l'impatto visivo. Ci sono sicuramente dei vantaggi economici per questo, come minori costi di manutenzione. Da un punto di vista estetico, le grandi turbine eoliche possono essere un vantaggio nel paesaggio, perchè generalmente hanno una velocità di rotazione minore delle turbine più piccole. Le grandi turbine perciò non attraggono l'occhio come generalmente fanno gli oggetti che si muovono velocemente.

La percezione degli aerogeneratori all'interno del paesaggio è in gran parte un fenomeno soggettivo. In generale la dimensione del sito eolico non influisce sull'atteggiamento della gente verso il progetto. Sicuramente, l'accettazione dipende molto dal livello di informazione ed anche dall'atteggiamento complessivo verso le fonti energetiche rinnovabili. Questo indica che è molto importante il coinvolgimento della gente nel progetto, almeno a livello di informazione. E' chiaro che nei casi in cui vi sia addirittura una partecipazione agli utili derivanti dall'impianto (come avviene ad esempio in Danimarca), l'atteggiamento è sicuramente più positivo.

Al di là della soggettività nei riguardi dell'impatto visivo, si possono prevedere prescrizioni, per la realizzazione di impianti eolici, che dovranno necessariamente includere eventuali opere di mitigazione quali:

- la riduzione dell'impatto visivo attraverso una scelta opportuna, compatibilmente con la struttura del territorio, della disposizione dei diversi aerogeneratori;
- l'adozione di colorazioni delle infrastrutture che meglio si inseriscano nell'ambiente circostante;

- la realizzazione di linee elettriche compatibili col territorio.

Rumore

Il problema del rumore è sempre stato considerato uno dei principali ostacoli per lo sviluppo dell'eolico. Oggi si può affermare che il rumore non è più ritenuto un problema rilevante. Ad una distanza di un centinaio di metri, una centrale eolica è meno fastidiosa del normale traffico urbano. Se il rumore si deve principalmente all'interazione tra il vento e le pale degli aerogeneratori, è anche vero che questo è in gran parte mascherato dal vento stesso. Ciò rende estremamente difficile misurare il rumore degli aerogeneratori con accuratezza, dal momento che questo può essere occultato dal rumore di fondo. Bisogna anche aggiungere che fenomeni di riflessione o assorbimento da parte del terreno possono far variare il livello sonoro in località diverse. Fortunatamente è generalmente facile predire l'effetto sonoro da parte degli aerogeneratori.

A distanze al di sopra dei 300 metri il livello sonoro teorico massimo delle turbine di alta qualità è ben al di sotto i 45 dB (si ricorda che per l'analisi del potenziale abbiamo considerato una distanza di 400 m dai centri abitati).

E' comunque necessario che gli Enti Locali verifichino con attenzione il livello sonoro dell'impianto e la distanza dalle abitazioni.

In Italia, la Legge Quadro sull'Inquinamento acustico n. 447 del 26 ottobre 1995 ha definito criteri generali di valutazione, obiettivi di qualità e linee di intervento. Anche se la compiuta applicazione della legge richiede ancora l'emanazione di alcuni provvedimenti attuativi, di competenza sia statale che regionale, diversi sono i regolamenti ormai adottati che concorrono a definire un quadro sempre più completo di norme e standard. In particolare, i valori limite sono stati determinati con il DPCM 14 novembre 1997, e sono articolati, secondo l'impostazione di cui al precedente DPCM 1 marzo 1991, per sei classi di azionamento acustico alle quali corrispondono altrettanti valori limite da rispettare nei due periodi di riferimento (notturno e diurno) e per le quali vengono definiti dei valori di qualità da conseguire nel medio e nel lungo periodo. La tabella di seguito riportata riassume i valori limite ed i valori obiettivo definiti, per ogni classe, dal DPCM 14/11/97.

Legge 447/95 (art. 2)		DPCM 14/11/97		
		Diurno, D (6-22), Leq dB(A)	Notturmo, N (22-6), Leq dB(A)	
Valore limite di emissione	Valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente, misurato in corrispondenza della sorgente stessa. Si riferiscono alle sorgenti fisse e mobili.	Classe I*: 45 Classe II: 50 Classe III: 55 Classe IV: 60 Classe V: 65 Classe VI: 65	(I) 35 (II) 40 (III) 45 (IV) 50 (V) 55 (VI) 65	
Valore limite di immissione	Valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori. Valori assoluti (Leq ambientale) e Valori relativi (Leq ambientale-Leq residuo).	Classe I: 50 Classe II: 55 Classe III: 60 Classe IV: 65 Classe V: 70 Classe VI: 70 Non si applicano nelle fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali e le altre sorgenti sonore di cui all'11 comma 1 di cui Legge 47/95.	(I) 40 (II) 45 (III) 50 (IV) 55 (V) 60 (VI) 70	Differenziali: 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per quello notturno, all'interno degli ambienti abitativi. Non si applicano nelle aree di classe VI e se: • a finestre aperte Leq <50 dB(A) (D) e 40 dB(A) (N); • a finestre chiuse Leq <35 dB(A) (D) e 25 dB(A) (N).

*La classificazione del territorio comunale riprende le definizioni del DPCM 1 marzo 1991¹¹

Tabella 3.11 Legge 447/95 e DPCM 14/11/97 sull'inquinamento acustico

La ripartizione delle competenze tra lo Stato, le Regioni e gli Enti Locali è definita dalla normativa di settore, ma anche dalla legislazione inerente il riordinamento delle funzioni della pubblica amministrazione ed in particolare dal DL 112/98 che conferisce alle Regioni ed agli Enti Locali tutte le funzioni amministrative non classificate come di rilievo nazionale dallo stesso decreto.

In particolare:

- la Regione esercita funzioni di indirizzo, attraverso la predisposizione di direttive e criteri da osservare nella predisposizione dei diversi piani, funzioni di programmazione, attraverso il

¹¹ Secondo le definizioni adottate dal DPCM 14 novembre 1997 (tabella A in allegato), le classi di azionamento acustico sono così definite:

- I. Particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
- II. Prevalentemente residenziali: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.
- III. Di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
- IV. Di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie, aree portuali, aree con limitata presenza di piccole industrie.
- V. Prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
- VI. Esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.

Piano triennale di bonifica dell'inquinamento acustico ed eventualmente esercita anche i poteri sostitutivi nel caso dell'inerzia degli Enti Locali nell'adempimento delle competenze assegnate;

- la Provincia svolge prevalentemente le funzioni amministrative inerenti la vigilanza ed il controllo oltre a quelle che le sono specificatamente attribuite dalla legislazione regionale;
- il Comune ha le maggiori competenze in materia di programmazione ed intervento, attuate mediante la zonizzazione acustica e la redazione o adozione dei diversi piani, ma anche attraverso le forme di controllo all'atto del rilascio delle concessioni edilizie, e in materia di vigilanza sul rispetto delle norme generali e delle specifiche prescrizioni. Ai Comuni è riservata inoltre la facoltà di fissare limiti inferiori a quelli nazionali nel caso di aree di interesse paesaggistico, ambientale e turistico.

Effetti su flora e fauna

L'unica possibile interferenza di qualche rilievo degli impianti eolici con la flora e la fauna riguarda l'impatto dei volatili con il rotore degli aerogeneratori. Gli uccelli spesso entrano in collisione con le linee dell'alta tensione, con i tralicci, con le finestre degli edifici o con le automobili. Talvolta possono colpire anche le turbine eoliche. Vari studi sono stati eseguiti su tale fenomeno. Il risultato di questi è che, in generale, i volatili sono poco disturbati dalla presenza degli aerogeneratori. Alcune specie si abituano molto velocemente alla presenza delle macchine, altre impiegano più tempo. Le possibilità di installare fattorie del vento in prossimità di santuari degli uccelli dipende perciò dalla specie in questione. Le specie maggiormente disturbate dai lavori di approntamento del sito eolico sono quelle dei rapaci, che necessitano di ampi spazi e sono più sensibili alla presenza umana. Gli uccelli migratori sono meno influenzati, data l'ampiezza limitata del flusso migratorio.

Interferenze sulle telecomunicazioni

Come qualsiasi ostacolo, una macchina eolica può influenzare le caratteristiche di propagazione dei segnali di telecomunicazione. E' quindi indispensabile, qualora si fosse in presenza di stazioni radio, di definire le distanze minime da mantenere tra queste e gli aerogeneratori affinché tale fenomeno venga ridotto al minimo.

Effetti elettromagnetici

L'argomento investe solo marginalmente gli impianti eolici. Infatti, nei siti in cui vengono installati gli aerogeneratori non vi sono linee aeree di trasmissione, ma linee di media tensione interrato. Inoltre, come già ricordato, nelle immediate vicinanze dei siti stessi non vi è presenza di edifici residenziali. Generalmente gli impianti eolici utilizzano linee di trasmissione già esistenti, tanto che la presenza di tali linee costituisce un criterio di economicità degli stessi. E' chiaro, comunque, che nel caso di realizzazione di linee dedicate è necessaria l'adozione di tutti gli accorgimenti per ridurre l'impatto. Ad oggi i limiti sono dettati dal DPCM 23 aprile 1992. Il decreto fissa le distanze di rispetto ai fabbricati adibiti ad abitazione o altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, per le linee elettriche esterne calcolate da qualunque conduttore, pari a:

- 10 metri per linee a 132 kV;
- 18 metri per linee a 220 kV;
- 28 metri per linee a 380 kV.

A conclusione delle considerazioni fatte, si vuole segnalare il protocollo d'intesa tra il Ministero dell'Ambiente ed il Ministero per i Beni e le Attività Culturali del 7 giugno 2000. Tale protocollo si

pone la finalità di favorire la diffusione delle fonti rinnovabili con criteri idonei a salvaguardare i beni storici, artistici, architettonici, archeologici, paesaggistici ed ambientali. In particolare, si prevede la definizione di “criteri, indirizzi e normative per la valutazione dell’inserimento ambientale e paesaggistico delle fonti rinnovabili”.

Da un punto di vista tecnico, è importante il coordinamento tra gli operatori del settore eolico ed ENEL che dispone della rete di distribuzione. A tal fine è necessario favorire l’armonizzazione dello sviluppo della fonte eolica con i piani di sviluppo delle infrastrutture elettriche. In effetti, tra i vari punti fondamentali identificabili per lo sviluppo della rete di distribuzione sarebbe opportuno prevedere di favorire l’utilizzazione in rete delle fonti energetiche locali per valori medio/piccoli; con tali allacciamenti, infatti, aumenta la producibilità dei singoli impianti rispetto ad una utilizzazione isolata degli stessi.

3.3 La fonte solare termica

3.3.1 Inquadramento del settore

Gli impianti solari oggi offerti sul mercato si sono dimostrati essere una tecnologia matura. Il maggiore settore di applicazione risulta essere quello degli impianti solari termici per la preparazione di acqua calda sanitaria e/o per il riscaldamento nelle abitazioni private, dove i risparmi di energia sono tipicamente del 50 – 80% per la preparazione di acqua calda e del 15 – 40% per la domanda totale di calore sia per la preparazione di acqua calda che per il riscaldamento degli ambienti.

Oltre alle suddette applicazioni, l'energia solare termica trova un impiego anche in altri settori, come brevemente illustrato nei paragrafi a seguire.

L'uso dell'energia solare termica in abitazioni private

L'energia necessaria per la preparazione di acqua calda nelle abitazioni private è di circa 1000 kWh per persona all'anno. Poiché la domanda di calore è piuttosto costante durante tutto l'anno e quindi presente anche nel periodo estivo, la preparazione dell'acqua calda è una delle applicazioni più adatte per gli impianti solari termici. In condizioni meteorologiche simili a quelle italiane, l'area di un collettore necessaria varia tra 0,5 mq a persona per i climi caldi meridionali ed 1 mq a persona per l'Italia settentrionale.

Nelle aree meridionali, dove non esistono significativi fenomeni di gelo, per la preparazione dell'acqua calda domestica si possono utilizzare impianti compatti ad accumulo integrato e impianti a termosifone. Questi impianti sono economici e possono essere integrati nel tetto come singola unità.

Un impianto standard a circolazione forzata è invece formato da un collettore solare separato, connesso attraverso un circuito ad un serbatoio localizzato nell'edificio. Questo tipo di impianto è adatto per dimensioni di collettori più grandi e dove ci sono sistemi centralizzati per il riscaldamento, sia degli ambienti che dell'acqua. In zone con significativi fenomeni di gelo, il circuito del collettore è riempito con liquido anticongelante.

E' possibile l'uso dell'energia solare anche per il riscaldamento ambienti utilizzando impianti combinati (i cosiddetti impianti "combi"), anche se l'irraggiamento disponibile durante la stagione di riscaldamento è molto minore che in estate. L'uso di impianti combinati è raccomandato nei casi in cui sono già stati realizzate altre misure passive per il risparmio energetico e si prevede un sistema di riscaldamento a bassa temperatura. L'area di collettore necessaria varia da 1,5 a 3 mq/kW di potenza nominale per il riscaldamento dell'edificio.

Impianti solari di grande dimensione

Impianti solari a grande scala con aree di collettore dai 100 mq ai 1000 mq possono essere impiegati in grandi edifici multifamiliari, in reti di teleriscaldamento, ospedali, residenze per anziani o per studenti e nel settore turistico.

Impianti di grandi dimensioni di questo tipo, con un accumulo diurno in grado di coprire il 20% circa del fabbisogno termico totale per ACS e per riscaldamento ambienti, risultano essere tra le applicazioni più economicamente vantaggiose del solare termico. Grazie alle dimensioni, il costo specifico dell'impianto diminuisce senza penalizzarne l'efficienza. Lo sviluppo tecnologico dei grandi collettori integrati nel tetto degli edifici ha portato ad un mercato accessibile e disponibile. La copertura della domanda termica da parte dei impianti solari può anche arrivare al 50-70 % tramite impianti solari centralizzati ad accumulo stagionale, nei quali l'energia solare termica captata

durante i mesi estivi viene stoccata ed utilizzata per il riscaldamento durante la stagione fredda. L'applicazione ideale di questi impianti è quella di un blocco di edifici, connessi tra loro da una rete di distribuzione del calore, con una domanda termica superiore a 1500 MWh all'anno.

I requisiti ed i presupposti per l'installazione ed il favorevole esercizio di un impianto solare di grandi dimensioni sono sintetizzati nel seguito:

- impianto termico centralizzato (riscaldamento ambienti e sistema di distribuzione ACS);
- superficie del tetto sufficiente (poche ombre, orientamento, altre installazioni);
- disponibilità di spazio per l'accumulo all'interno o in prossimità dell'impianto;
- se previsto il riscaldamento ambienti, bassa temperatura di ritorno dal sistema interno di riscaldamento;
- sistema di produzione ACS ben bilanciato.

Riscaldamento di piscine pubbliche

La domanda di calore per il riscaldamento di una piscina pubblica o privata in relazione alla temperatura desiderata dell'acqua (20 – 27°C) varia tra i 500 ed i 1500 kWh per anno e per mq di superficie della piscina. Il riscaldamento delle piscine è il sistema per usare il contributo solare nel modo più economicamente vantaggioso per i seguenti motivi:

la simultaneità tra domanda termica e massima radiazione solare in estate;

il basso livello di temperatura. In questo caso possono essere usati anche collettori più economici senza involucro e copertura vetrata;

nella maggior parte dei casi non è necessario nessun impianto di riserva. Con un corretto dimensionamento dell'impianto solare, la temperatura della piscina scende di alcuni gradi solo nei pochi giorni con bassa radiazione.

Per queste ragioni gli impianti solari di riscaldamento di piscine sono economicamente fattibili, cioè il costo del capitale ed il costo di funzionamento e manutenzione sono inferiori al costo evitato del combustibile fossile.

Applicazioni nel settore turistico

Gli alberghi, i centri agro-turistici ed i campeggi hanno una domanda significativa per la produzione di acqua calda per gli ospiti, la cucina ed i lavaggi. Questa domanda si accoppia molto bene con la disponibilità di energia solare e ciò determina condizioni favorevoli per l'applicazione di impianti solari, soprattutto quando la struttura turistica è localizzata in un'area isolata dove solitamente il costo dell'energia convenzionale è maggiore. La crescente coscienza ambientale e la domanda di un "turismo verde" stimola ulteriormente l'uso di tecnologie ambientalmente compatibili in questo settore.

Applicazioni in agricoltura

Le applicazioni nel settore agricolo per le quali l'uso di energia solare è tecnicamente fattibile ed economicamente interessante sono:

essiccatori solari per particolari prodotti agricoli;

riscaldamento solare di serre.

L'uso dell'energia solare è molto indicato soprattutto per essiccatori a bassa temperatura, che utilizzano aria leggermente riscaldata come sorgente di energia, in combinazione con una sorgente di calore ausiliare per i periodi notturni o nuvolosi. L'uso di aria preriscaldata aumenta considerevolmente il tasso di essiccazione. Sono disponibili essiccatori solari per frutta, vegetali, piante aromatiche e medicinali, tabacco, legna.

3.3.2 La situazione in Italia ed Provincia di Bologna

L'Italia offre condizioni meteorologiche molto buone per l'uso dell'energia solare. Da nord a sud l'insolazione differisce di circa il 40% e sta tra 1200 e 1750 kWh/mq all'anno, in entrambi i casi maggiore della domanda procapite di calore annuale necessaria per la preparazione di acqua calda nel residenziale. Sotto queste condizioni un impianto solare standard consente di risparmiare fino all'80% dell'energia necessaria per la preparazione di acqua calda e fino al 40% della domanda complessiva di calore per l'acqua calda sanitaria e per il riscaldamento degli ambienti. Con queste favorevoli condizioni e la disponibilità di una tecnologia affidabile ed efficace, l'Italia mostra un alto potenziale economico e tecnico per il solare termico.

La superficie di collettori attualmente installata in Italia è di circa 4 mq per 1000 abitanti, in confronto ad una media europea di 19 mq per 1000 abitanti. Il tasso annuale di installazione di collettori solari in Italia è di circa 33.000 mq all'anno, o 0,6 mq per 1000 abitanti all'anno. Questo può essere considerato come un tasso di sviluppo piuttosto basso in confronto ad altri paesi europei come l'Austria, la Danimarca, la Germania e la Grecia, sebbene l'Italia abbia condizioni favorevoli. Al momento, comunque il mercato italiano mostra vendite in crescita e le prospettive future sono positive. Si pensa che il mercato italiano seguirà l'andamento di altri paesi, ma più velocemente, perché il mercato italiano beneficerà dell'affidabilità degli attuali prodotti e dall'esperienza di altri mercati.

D'altra parte, per la creazione di un mercato sostenibile per gli impianti solari sono necessarie le seguenti condizioni:

- interesse pubblico verso il solare;
- disponibilità di prodotti affidabili ed economici;
- disponibilità di installatori, pianificatori ed architetti qualificati;
- nessuna procedura o solo procedure non burocratiche per i permessi di costruzione;
- incentivi non burocratici per gli investitori pubblici e privati.

Il fatto che nella maggior parte d'Italia, nonostante la disponibilità di prodotti affidabili ed economici, nessuno dei fattori di cui sopra sia soddisfatto può essere considerato come la maggior causa del debole mercato attuale. Alcune situazioni (ad esempio in Alto Adige) mostrano che, nel caso di uno sviluppo coordinato di questi fattori, si può indurre un grande incremento del mercato locale.

Si sottolinea che soprattutto l'amministrazione pubblica ha numerose possibilità di migliorare le condizioni al contorno con strumenti diretti (ad esempio programmi di sussidio finanziario) che indiretti (ad esempio linee guida per i comuni per una deregulation delle norme di costruzione locali). Si sottolinea pure che iniziative ed investimenti fatti a livello provinciale hanno un effetto catalizzatore in quanto, una volta create le condizioni favorevoli, la gran parte degli investimenti per l'installazione di impianti solari termici sarà fatta da persone private.

La politica energetica del governo italiano, come pure della Commissione Europea, punta all'aumento dell'uso delle sorgenti di energia rinnovabile nei prossimi anni. L'obiettivo per il solare termico in Italia è di una superficie installata di collettori di 3 milioni di metri quadrati per il 2010. Si pensa che, per raggiungere questo obiettivo, la diffusione della tecnologia termica solare sarà soggetta a numerose promozioni pubbliche ed a programmi di sussidio.

3.3.3 Il potenziale in Provincia di Bologna

La Provincia di Bologna dispone di un irraggiamento solare intorno a 1420 kWh/(m² a) misurato su superficie orizzontale con solo una piccola differenza (± 2 kWh/(m²*a) tra i singoli comuni.

Nel grafico si rappresenta la disponibilità della radiazione solare globale nella Provincia durante i mesi e le temperature medie mensile dell'ambiente.

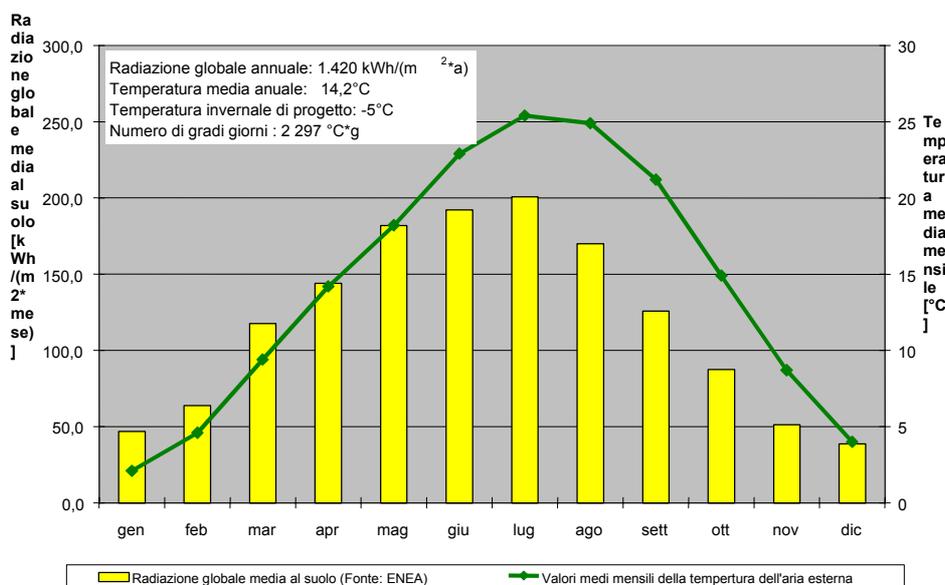


Figura 3.2 Dati climatici medi della Provincia di Bologna

La domanda di riscaldamento ambienti nella Provincia può essere derivata dagli standard ufficiali per le installazioni di riscaldamento ambienti, dove si riportano i gradi giorno per i vari comuni.

I comuni della Provincia di Bologna appartengono quasi tutti della Zona E (2100<gg<3000) con eccezione di 4 in zone montane con più di 3000 gg.

Le suddette condizioni meteorologiche della Provincia di Bologna permettono di giungere alle seguenti conclusioni:

- tutte le località mostrano condizioni molto favorevoli per l'uso degli impianti solari per quanto riguarda la disponibilità di radiazione solare. I valori assoluti della radiazione intorno a 1420 kWh/(mq a) indicano il tipico clima mediterraneo soleggiato e garantiscono alti valori di contributo solare per tutte le applicazioni precedentemente indicate;
- riguardo alla domanda di riscaldamento ambienti, tutti comuni mostrano più di 2100 gradi giorno. Ciò indica che nella provincia si trova una significativa domanda di calore per riscaldamento sempre accompagnata da condizioni di radiazione favorevoli. Quindi gli impianti solari impiegati sia per la preparazione dell'acqua calda domestica, che per il riscaldamento ambienti mostrano un'alta fattibilità, accanto ad altre misure passive atte alla riduzione della domanda di riscaldamento.

Considerando i tassi di installazione di mercati europei ben sviluppati e l'obiettivo del governo italiano di installare 3 milioni di metri quadrati di collettori solari entro i prossimi 10 anni (vedi Libro Bianco sulle energie rinnovabili), il mercato potenziale in Italia in 2010 può essere stimato corrispondente ad un'area di nuovi collettori realisticamente installati annualmente compresa tra 270.000 e 1.130.000 mq. Questo numero corrisponde a tassi di incremento specifici che variano tra i 19 ed i 53 mq ogni 1000 abitanti per anno in 2010. Il grafico seguente, mostra l'applicazione di questi numeri per la Provincia di Bologna.

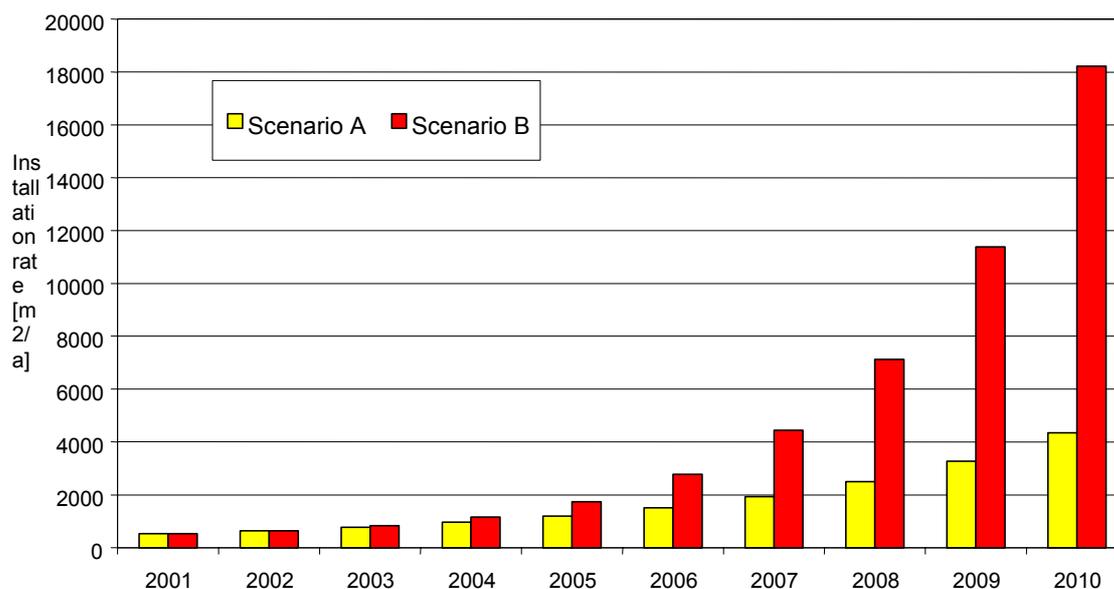


Figura 3.3 Scenari di sviluppo del solare termico in Provincia di Bologna

Lo scenario A (scenario obiettivo) corrisponde ad uno sviluppo nel quale c'è un moderato programma di sostegno da parte delle autorità nazionali, regionali, provinciali o locali. Porterà ad un tasso di installazione annuale di 4.300 mq e ad una superficie installata aggiuntiva di 17.600 mq al 2010.

Lo scenario B (scenario potenziale) corrisponde ad uno sviluppo sostenuto da una campagna mirata con incentivi a livello nazionale e regionale. Porterà ad un tasso di installazione annuale di 18.200 mq e ad una superficie aggiuntiva di 48.000 mq per il 2010.

Si vuole sottolineare, a questo punto, che la creazione di un mercato locale del solare termico può avere un notevole impatto positivo sull'occupazione, come pure che non vi è nessun impatto ambientale rilevante per l'installazione di impianti solari.

Edifici residenziali

Il potenziale maggiore per l'uso degli impianti solari di riscaldamento è individuato nel settore residenziale comprendente:

- il parco edifici esistente e le nuove costruzioni;
- edifici di proprietà pubblica e privata;

- case singole o multi-familiari;
- l'applicazione per la preparazione di acqua calda come pure per la preparazione combinata di acqua calda e calore per riscaldamento ambienti.

La domanda di energia finale attuale per la preparazione di acqua calda nel settore civile è stata stimata in circa 330.581MWh/a assumendo il seguente impiego di vettori energetici: poco meno del 90 % circa di combustibili fossili (metano per la quota maggiore e gasolio), 11 % di elettricità.

Per quanto riguarda l'aspetto tecnologico, la scelta di un collettore solare compatto ad accumulo integrato piuttosto che di un impianto a termosifone o di un impianto a circolazione forzata dipende dall'integrazione con l'impianto idraulico esistente ed il collegamento ad un sistema convenzionale di riscaldamento ausiliario. Gli impianti compatti sono più adeguati se l'acqua sanitaria viene riscaldata in maniera decentralizzata dal punto principale di erogazione (per esempio con una caldaia istantanea posta in bagno) e questo luogo è raggiungibile con tragitti relativamente brevi dalla posizione dell'impianto solare. In ogni caso deve essere riguardato la prevenzione dal congelamento. Se l'acqua viene riscaldata in un impianto centralizzato e distribuita nella casa attraverso le tubature ai diversi punti di erogazione, allora è preferibile installare un impianto a circolazione forzata. Anche per gli impianti solari più grandi (>6 mq) bisognerebbe preferire un unico grande impianto a circolazione forzata al collegamento in serie di tanti piccoli impianti compatti.

Nella tabella si riportano alcuni esempi di impianti solari termici in abitazioni private (per una famiglia di quattro persone) con i risparmi energetici riferiti alla situazione in Provincia di Bologna ed i costi corrispondenti.

Impianto	Superficie (mq)	Serbatoio (l)	Costo (€/mq)	Contributo solare	Risparmio energetico
				%	kWh/a
Compatto ad accumulo integrato	2	150	600	44 ^{*)}	2002
Circolazione naturale	3,8	300	600	58 ^{*)}	2639
Circolazione forzata per ACS	3,8	300	800	58 ^{*)}	2639
Combinato per ACS e riscaldamento	10	700	750	21 ^{**)}	4358

^{*)} relativo al fabbisogno energetico per acqua calda sanitaria

^{**)} relativo al fabbisogno totale per a.c.s. e riscaldamento

Tabella 3.12 Caratteristiche di un impianto solare termico-tipo per uso domestico riferito alla Provincia di Bologna

I dati di costo e di risparmio energetico nel caso di grandi impianti solari, sono invece riportati di seguito.

Impianto	Costo (Euro/mq)	Risparmio energetico	
		%	kWh/(mq a)
Accumulo giornaliero	500	20-35	600-900
Accumulo stagionale	850-1000	50-80	350-700

Tabella 3.13 Caratteristiche di un impianto solare termico-tipo di grandi dimensioni

Con le condizioni della Provincia di Bologna si può ritenere che, mediamente, il risparmio energetico annuale in termini di energia primaria sia di 700 kWh/(mq a), corrispondenti a 0,14 t/(mq a) di CO₂ evitata. Se gli obiettivi del Libro Bianco fossero raggiunti solamente nel settore residenziale, il risparmio energetico annuale possibile nell'anno 2010 ammonta a 12 320 MWh/a per lo scenario A ed a 33 600 MWh/a per lo scenario B. Questo significherebbe poter intervenire su circa il 5 % delle abitazioni della Provincia.

Gli investimenti complessivi per gli scenari A e B sono di 12,3 e di 33,6 milioni di Euro.

Nella tabella si riassumono gli effetti al raggiungimento dell'obiettivo del solare termico per i due scenari proposti.

	Obiettivo	Potenziale
Combustibili fossili risparmiati (tep/a)	1.060	2.890
Emissioni di CO ₂ evitate (ton/a)	2.464	6.720
Energia elettrica risparmiata (MWh/a)	9.680	26.400
Emissioni di CO ₂ evitate (ton/a)	4.927	13.438

Tabella 3.14 Fonte solare termica-scenari obiettivo e potenziale

Nell'ambito del settore residenziale, interventi convenienti potrebbero coinvolgere il patrimonio edilizio di proprietà dell'Istituto Autonomo Case Popolari (ATER), costituito prevalentemente da fabbricati multi-familiari che offrono per questo buone condizioni per l'installazione impianti solari termici di media o grande taglia.

ATER ad oggi è proprietario di circa 11.400 appartamenti (tutti in contratti di affitto) e in aggiunta si occupa della gestione di circa 7.240 appartamenti di proprietà di altri enti pubblici (comuni, provincia, ecc.). Secondo i dati forniti da ATER, l'attività edilizia futura, prevede la costruzione di edifici con circa 120-150 per anno e la ristrutturazione di circa 70-100 appartamenti.

L'applicazione della tecnologia solare termica nelle nuove costruzioni e in almeno la metà delle ristrutturazioni, potrebbe comportare l'installazione di 3.600 mq di collettori da qui al 2010 e quindi soddisfare il 20% degli obiettivi previsti nello scenario A.

Il Ministero dell'Ambiente sta approntando un programma di incentivi per l'installazione di impianti solari termici in edifici di proprietà degli IACP che probabilmente partirà nel 2002.

Un'indagine presso gli IACP ha mostrato che le resistenze nei confronti della tecnologia solare termica non sono dovute solo all'elevato costo di investimento iniziale (che sarebbe ridotto dal programma di incentivi ministeriale), ma soprattutto dalla mancanza di "fiducia" nella tecnologia e, in alcuni casi, da esperienze negative con precedenti installazioni.

Per l'implementazione e la diffusione degli impianti solari termici sono di fondamentale importanza la già menzionata certificazione dei prodotti, la garanzia sulla durabilità, il tempo di vita e le prestazioni termiche degli impianti, così come la formazione/informazione degli installatori.¹²

Il settore turistico

Il settore turistico offre condizioni favorevoli per l'applicazione degli impianti solari soprattutto per l'acqua calda sanitaria.

In totale, in Provincia sono disponibili 437 esercizi ricettivi con 25.534 posti letto. Questi includono alberghi, agriturismi, campeggi e villaggi turistici, come pure alloggi privati.

La maggior parte degli esercizi è situato in due zone: Bologna città e l'area appenninica nella parte sud occidentale della provincia. Mentre gli alberghi in città spesso potrebbero essere sottoposti a vincoli, nelle zone rurali l'installazione di impianti solari nella maggior parte dei casi sarà possibile senza particolari ostacoli.

La tabella seguente riporta il numero dei differenti esercizi ricettivi in Provincia di Bologna e una stima della domanda di energia per la produzione di ACS.

		<i>Alberghi</i>	<i>Agriturismo</i>	<i>Campeggi Villaggi</i>	<i>Alloggi iscritti al REC</i>	<i>Altre Strutture Ricettive</i>	<i>TOTALE</i>
Alberghi e posti letto							
N°		347	27	11	35	17	437
letti		20.636	274	3.648	281	695	25.534
Fabbisogno energetico per a.c.s.							
Presenza media/anno	%	70	70	30	50	50	
Fabb. giornaliero per posto (45 °C)	l/(posto*g)	80	20	40	70	70	
Fabb. giornaliero per posto	kWh/(posto*g)	3,1	0,8	1,5	2,7	2,7	
Fabb. annuale	MWh/a	16.162	54	612	138	340	17.306

Tabella 3.15 Strutture ricettive in Provincia di Bologna

Il potenziale di installazioni solari termiche sulla base degli scenari descritti per il settore residenziale è mostrato nella tabella a seguire.

¹² SOLHAS-Development of a Market Strategy for Implementation of Solar Water Heaters for Housing Associations, CEC, DG TREN, ALTENER Project No. XVII/4.1030/Z/99554, October 2001.

		Alberghi	Agriturismo	Campeggi Villaggi	Alloggi iscritti al REC	Altre Strutture Ricettive	TOTALE
Scenario A							
Poss. installazioni	%	6,44%	10,00%	30,00%	10,00%	10,00%	
Poss. contributo solare	MWh/a	624	3	110	8	20	766
Superficie	m ²	1.201	6	212	16	39	1.474
Poss. Risparmio	MWh/a	780	4	138	10	26	958
Scenario B							
Poss. installazioni		32,19%	50,00%	100,00%	50,00%	50,00%	
Poss. contributo solare	MWh/a	3.122	16	367	41	102	3.649
Superficie	m ²	6.004	31	706	79	196	7.017
Poss. Risparmio	MWh/a	3.902	20	459	52	128	4.561

Tabella 3.16 Potenziale del solare termico nel settore turistico

Si stima che, con le misure corrispondenti agli scenari A e B precedentemente descritti e mirati al settore turistico, nella Provincia di Bologna si possa raggiungere una diffusione della tecnologia solare compresa tra il 6 ed il 21% al 2010. Ciò vuol dire che tra il 6 ed il 21 % della domanda di calore negli esercizi turistici sarà soddisfatta mediante impianti solari (si noti che ciò può essere raggiunto con un numero limitato di grandi esercizi).

Il risparmio energetico equivale a 958 MWh/a con una superficie complessiva di 1470 m² collettori solari per lo scenario A ed a 4561 MWh/a (7020 m² collettori solari) per lo scenario B.

Gli investimenti complessivi per gli scenari A e B sono di 882.000 e di 4,21 milioni di Euro.

Nella tabella si riportano gli effetti al raggiungimento dell'obiettivo. Queste quantità sono incluse tra quelle riportate nella tabella riguardanti lo sviluppo complessivo del settore.

	Obiettivo	Potenziale
Combustibili fossili risparmiati (tep/a)	82	206
Emissioni di CO ₂ evitate (ton/a)	392	983
Energia elettrica risparmiata (MWh/a)	809	2509
Emissioni di CO ₂ evitate (ton/a)	412	1277

Tabella 3.17 Fonte solare termica applicata al settore turistico-scenari obiettivo e potenziale

Si può ipotizzare che opportune campagne mirate possano stimolare più efficacemente lo sviluppo della tecnologia solare termica nelle seguenti zone:

- aree in cui si promuove la sostituzione dei boiler elettrici con caldaie a gas;
- aree in cui si promuove l'allacciamento delle abitazioni alla rete del gas già presente;

Sulla base di quanto esposto e delle considerazioni di cui sopra, per la costruzione degli scenari dei consumi e delle emissioni, si supporrà di considerare il potenziale di sviluppo del solare termico (così come quantificato negli scenari A e B) solo relativamente al settore residenziale.

Come sarà descritto più in dettaglio nel capitolo relativo agli scenari e in quello relativo agli usi elettrici nel settore civile, l'applicazione di impianti solari termici verrà considerata successivamente ad azioni di sostituzione di scaldabagni elettrici con scaldabagni a gas.

3.3.4 Indicazioni e politiche di sviluppo

I regolamenti attuali della maggior parte dei comuni italiani sui permessi di costruzione (vedi le leggi dei regolamenti edilizi comunali) e sugli impianti termici devono essere considerati come delle serie barriere per lo sviluppo del mercato degli impianti solari termici. Le complesse e costose procedure portano alla situazione che oggi molte delle installazioni solari vengono portate avanti senza permessi. A parte il fatto che ciò è illegale e rischioso, sia per l'investitore che per l'installatore, si arriva anche alla situazione in cui i programmi di sussidio esistenti non possono essere usati.

Per permettere di formulare regolamenti positivi verso il solare, si propone esplicitamente di esentare dai permessi di costruzione l'installazione di collettori solari. Per evitare installazioni non desiderate, è possibile limitare questa esenzione in funzione della dimensione del collettore (ad esempio fino a 15mq) e della localizzazione (ad esempio non valida in zone a vincolo storico-artistico e paesaggistico o ambientale).

L'azione richiesta dalla Provincia di Bologna è una raccomandazione ai suoi comuni per la deregolazione rispetto agli impianti solari.

La disponibilità di professionisti qualificati è cruciale per lo sviluppo del mercato solare. Soprattutto gli installatori e gli architetti agiscono come consulenti diretti dei proprietari di abitazioni private e giocano perciò un ruolo chiave per l'avvio del mercato. Inoltre sono necessarie misure di certificazione per garantire la qualità e l'affidabilità delle installazioni future. Un programma di corsi dovrebbe essere implementato con le organizzazioni regionali come ANIM (Associazione Nazionale Impiantisti Manutentori), ECIPA (Ente Confederale di Istruzioni Professionale per l'Artigianato e le Piccole Imprese).

Gli incentivi finanziari possono essere o misure fiscali (riduzione di tasse, riduzione di IVA, ecc.) o sussidi di investimento (nazionali, regionali, comunali, ecc.). L'esperienza di altri paesi mostra che le misure fiscali contribuiscono positivamente per l'implementazione degli impianti solari, mentre i sussidi di investimento sono considerati essere uno strumento essenziale per lo stimolo del mercato. In genere sono sufficienti quote di incentivo relativamente modeste, cioè fino al 30% dell'investimento.

Attualmente in Italia sono disponibili i seguenti tipi di incentivo:

Aliquota IVA del 10% sulla realizzazione di impianti solari. La maggior parte dei fornitori offre i prodotti con una aliquota IVA del 10%.

Sconto IRPEF del 36%. Esiste la possibilità di detrarre dall'IRPEF parte del valore dell'investimento per gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria e di recupero del patrimonio edilizio. In pratica, la procedura per ottenere la detrazione IRPEF è utilizzabile realisticamente solo per ristrutturazioni consistenti o per grandi impianti solari. Per piccoli impianti, invece, è troppo complicato e costoso a causa delle procedure legate alle norme urbanistiche.

Incentivi regionali. Accanto agli strumenti nazionali, alcune Regioni hanno previsto contributi in conto capitale per la realizzazione di impianti solari termici (in alcuni casi cumulabile con lo sconto IRPEF del 36%). Le condizioni per ricevere incentivi regionale sono piuttosto eterogenee. Per esempio il contributo ammissibile alla spesa va dal 30% in Umbria (40% nelle zone montane) al 50% in Valle d'Aosta. Il contributo massimo ammissibile varia tra i 40 milioni di lire (Umbria) e i 100 milioni di lire (Abruzzo). Le procedure sono invece relativamente simili tra loro. In seguito alla pubblicazione del bando il richiedente consegna all'ufficio regionale competente la domanda per un contributo. La domanda deve essere completata con la descrizione del progetto, una relazione tecnico-economica, firmata da un tecnico iscritto all'albo o dal fornitore/installatore dell'impianto e la documentazione degli apparecchi da installare.

Sconto ICI. Un quarto elemento per l'agevolazione di impianti solari termici potrebbe essere la detrazione sull'Imposta Comunale sugli Immobili (ICI) concessa direttamente dal comune in cui si realizza l'impianto. Sono ancora pochi i comuni che prevedono questo tipo di incentivo. È però possibile che questa situazione si modificherà velocemente nei prossimi anni, anche grazie al programma nazionale dei "Comuni Solarizzati".

Programma Ministeriale Solare Termico per Amministrazioni ed Enti Pubblici. Tale programma prevede il cofinanziamento pari al 30% del costo degli impianti solari per produzione di calore a bassa temperatura) da installare su edifici pubblici. Per questo programma sono stati stanziati 8 miliardi di lire con una previsione di una superficie installata di 30.000 mq.

Programma ministeriale solare termico per aziende comunali distributrici di gas naturale, che, ai sensi del decreto di liberalizzazione del mercato del gas, devono soddisfare a partire dal 2002 una quota definita di riduzione delle emissioni di CO₂ attraverso interventi di efficientizzazione energetica e utilizzo di energia solare. Il programma prevede a fronte di uno stanziamento di 4 miliardi di lire, incentivi del 30% per l'installazione di 5.000 mq di collettori per utenze pubbliche e private.

Programma Solare Termico per i privati. Sulla base della disponibilità finanziaria 2001 il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ha avviato una specifica campagna di diffusione degli impianti solari termici rivolta ai soggetti privati. Il programma Solare Termico per i privati sarà gestito interamente dalle Regioni che co-finanzieranno l'iniziativa con un proprio 50% delle risorse pubbliche complessive. I fondi messi a disposizione dal Ministero sono pari a circa 7,7 milioni di Euro (15 miliardi di lire) che verranno distribuiti alle Regioni con un criterio basato sul numero degli abitanti (secondo dati ISTAT del 1991). Complessivamente si prevede che questa azione attiverà nel settore del solare termico investimenti totali per oltre 60 milioni di Euro (120 miliardi di lire). Alla Regione Emilia Romagna sono stati assegnati fondi per un complessivo di 1.066.834 Euro (pari a 2.066.000.000 di lire circa).

L'esperienza di altri paesi insegna che gli incentivi finanziari diretti sono uno degli strumenti più efficaci per lo sviluppo del solare termico e sicuramente anche la possibilità più concreta per un governo provinciale. D'altra parte è indispensabile che tali programmi di sussidio siano disegnati nel modo corretto. Programmi di sussidio che sono annunciati e non diventano operativi o con budget troppo ridotti sono controproducenti.

Per un programma di incentivo si possono redigere le seguenti linee-guida:

- I budget disponibili per un programma di sussidio devono essere sufficienti a garantire uno svolgimento continuo del programma.
- Il programma deve essere finanziato a lungo termine (almeno 5 anni). Si deve considerare la crescita attesa del mercato durante il periodo del programma.
- Il programma deve essere operativo subito dopo il suo annuncio.

Un contributo finanziario del 30% dell'investimento totale è sufficiente. Per evitare di subsidiare operazioni non legate agli investimenti solari, il contributo può essere legato all'area del collettore solare (ad esempio 150 Euro/mq di collettore piano e 225 Euro/mq di collettore sotto vuoto).

I documenti necessari per richiedere il finanziamento devono essere limitati ad un semplice formulario e ad un'offerta di un fornitore o installatore.

Deve essere sempre possibile fare la richiesta. L'approvazione o disapprovazione devono essere comunicate non oltre i due mesi successivi alla presentazione della domanda.

Il sussidio deve essere erogato dopo la comunicazione, da parte della ditta installatrice, dell'avvenuta installazione dell'impianto solare e dopo l'avvenuto pagamento, da parte dell'investitore, dell'intera quota.

I sussidi diretti da fornire per lo sviluppo di un appropriato programma di sussidi nei prossimi dieci anni sono approssimativamente di 2,5 e 6,7 milioni di Euro per il residenziale e tra 180.000 e 850.000 Euro per il settore turistico per gli scenari A e B, rispettivamente. Si raccomanda una graduale riduzione delle quote di sussidio dal 30% iniziale al 10%.

Si raccomanda inoltre di stimolare i comuni ad introdurre la detraibilità dall'ICI dell'investimento in un impianto solare.

Per accrescere l'interesse verso la tecnologia solare sono necessarie azioni che combinano gli strumenti precedentemente discussi con attività pubblicitarie. Le caratteristiche tipiche di una campagna solare sono le "offerte speciali", la pubblicità, corsi di qualificazione per installatori, un programma di sussidio ed uno sportello informazioni. Il punto di forza di una campagna è che tutte queste azioni sono coordinate. In Olanda ed in Danimarca le campagne solari sono state portate avanti con successo dalle compagnie energetiche che sono state le iniziatrici o responsabili dirette delle campagne stesse. In Italia una campagna adeguata è stata realizzata dall'azienda del gas di Palermo.

Gruppi di autocostruzione dei collettori hanno avuto un grosso successo in Austria ed in Alto Adige. La corretta applicazione di misure organizzative in combinazione con incentivi finanziari sembra decisiva per una efficace disseminazione degli impianti solari termici.

Gli impianti dimostrativi hanno un effetto positivo sull'attenzione pubblica riguardo alle tecnologie solari e sulle decisioni degli investitori privati. L'installazione di impianti solari su edifici pubblici può essere un ottimo esempio in questa direzione.

3.4 La fonte solare fotovoltaica

3.4.1 Inquadramento del settore

Fra le diverse tecnologie messe a punto per lo sfruttamento dell'energia solare, quella fotovoltaica (PV), che consente di trasformare direttamente la luce del Sole in energia elettrica, è la più innovativa e promettente, a medio e lungo termine, in virtù delle sue caratteristiche di modularità, semplicità, affidabilità, ridotte esigenze di manutenzione, nonché del suo prevedibile sviluppo tecnologico.

L'energia fotovoltaica, anche se in attesa di importanti sviluppi tecnologici previsti a breve e media scadenza, risulta ad oggi già competitiva nel caso di utenze remote o isolate e interessanti sviluppi applicativi si stanno già mettendo a punto per altre utilizzazioni, prima fra tutte l'integrazione dei moduli fotovoltaici negli edifici, che permetterà, oltre all'uso diretto, anche l'immissione dell'energia prodotta nella rete elettrica pubblica.

I progressi tecnologici e le economie di scala legate ad una futura espansione del mercato sono destinati a portare sostanziali riduzioni dei costi, che oggi rappresentano la barriera principale che si oppone a un'ampia diffusione di questa tecnologia.

E' difficile valutare con certezza nel breve-medio termine quanta energia elettrica potrà essere prodotta a partire dal sole. I fattori in gioco sono molti e complessi: garanzie di produzione di serie nelle industrie del settore, efficienza della conversione, evoluzione dei costi futuri delle energie convenzionali.

Si tratta comunque, nel migliore degli scenari, di alcuni punti percentuali del fabbisogno nazionale; nel breve termine, quindi, il suo contributo va visto non come alternativa ai combustibili tradizionali, ma come integrazione alla produzione elettrica nazionale.

La tecnologia e le applicazioni

Il funzionamento dei dispositivi fotovoltaici si basa sulla capacità di alcuni materiali semiconduttori, opportunamente trattati, di convertire l'energia della radiazione solare in energia elettrica in corrente continua senza bisogno di parti meccaniche in movimento. Il materiale semiconduttore quasi universalmente impiegato oggi a tale scopo è il silicio. Il componente base di un impianto FV è la cella fotovoltaica, che è in grado di produrre circa 1,5 Watt di potenza in condizioni standard, vale a dire quando essa si trova ad una temperatura di 25 °C ed è sottoposta ad una potenza della radiazione pari a 1000 W/m². La potenza in uscita da un dispositivo FV quando esso lavora in condizioni standard prende il nome di potenza di picco (Wp) ed è un valore che viene usato come riferimento. L'output elettrico reale in esercizio è in realtà minore del valore di picco a causa delle temperature più elevate e dei valori più bassi della radiazione. Più celle assemblate e collegate tra di loro in una unica struttura formano il modulo fotovoltaico. Il modulo FV tradizionale è costituito dal collegamento in serie di 36 celle, per ottenere una potenza in uscita pari a circa 50 Watt, ma oggi, soprattutto per esigenze architettoniche, i produttori mettono sul mercato moduli costituiti da un numero di celle molto più alto e di conseguenza di più elevata potenza, anche fino a 200 Watt per ogni singolo modulo. A seconda della tensione necessaria all'alimentazione delle utenze elettriche, più moduli possono poi essere collegati in serie in una "stringa". La potenza elettrica richiesta determina poi il numero di stringhe da collegare in parallelo per realizzare finalmente un generatore fotovoltaico. Il trasferimento dell'energia dal sistema fotovoltaico all'utenza avviene attraverso ulteriori dispositivi, necessari per trasformare ed adattare la corrente continua prodotta

dai moduli alle esigenze dell'utenza finale. Il complesso di tali dispositivi prende il nome di BOS (Balance of System). Un componente essenziale del BOS, se le utenze devono essere alimentate in corrente alternata, è l'inverter, dispositivo che converte la corrente continua in uscita dal generatore FV in corrente alternata.

Data la loro modularità, i sistemi fotovoltaici presentano una estrema flessibilità di impiego. La principale classificazione dei sistemi fotovoltaici divide i sistemi in base alla loro configurazione elettrica rispettivamente in:

- Sistemi autonomi ("stand-alone")
- Sistemi connessi alla rete elettrica ("grid-connected"). I sistemi connessi alla rete elettrica si dividono a loro volta in:
 - Sistemi integrati negli edifici
 - Centrali fotovoltaiche

Nei *sistemi autonomi*, l'energia prodotta alimenta direttamente un carico elettrico e, per la parte in eccedenza, viene generalmente accumulata in apposite batterie di accumulatori, che la renderanno disponibile all'utenza nelle ore in cui manca l'insolazione;

Essi vengono normalmente utilizzati per elettrificare le utenze difficilmente collegabili alla rete perché ubicate in aree poco accessibili, e per quelle con bassissimi consumi di energia che non rendono conveniente il costo dell'allacciamento.

Nelle zone rurali, la disponibilità di energia elettrica fornita da un generatore fotovoltaico, può risultare spesso economicamente conveniente rispetto alle altre fonti concorrenti.

Ciò in ragione degli elevati costi legati alla realizzazione di linee di distribuzione in zone a bassa densità abitativa e bassi consumi, oltre al negativo impatto sul paesaggio. Anche nei casi in cui non esiste un reale impedimento di ordine economico all'approvvigionamento di energia elettrica tramite gruppi elettrogeni, è importante considerare, a fronte dei costi di investimento sicuramente più bassi, gli inconvenienti legati all'approvvigionamento del combustibile, alla rumorosità, all'inquinamento, al basso (circa 30%) rendimento energetico, ai costi di manutenzione decisamente non trascurabili.

Una applicazione di questo tipo potrebbe quindi risultare utile per alimentare rifugi montani, case isolate (alpeggi, malghe, cascine), evitando in questo modo onerose e problematiche opere di scavo per i collegamenti elettrici e costose gestioni di linee di trasmissione e sottostazioni.

Nei sistemi fotovoltaici isolati è necessario immagazzinare l'energia elettrica per garantire la continuità dell'erogazione anche nei momenti in cui non viene prodotta. Ciò avviene mediante accumulatori elettrochimici (batterie).

Generalmente, già con distanze superiori ai 3 Km dalla rete elettrica tradizionale, risulta conveniente l'installazione di un impianto fotovoltaico per l'alimentazione elettrica.

Le caratteristiche di modularità degli impianti fotovoltaici consentono di dimensionare la potenza e la tensione secondo le necessità e li rendono specificamente adatti per i piccoli impianti.

L'uso dei moduli fotovoltaici negli edifici può essere riferito sia ad utenze isolate, come già esposto, sia ad utenze già connesse alla rete. Se nel primo caso la tecnologia fotovoltaica può essere considerata una fonte energetica sostitutiva, in quanto il costo di connessione alla rete a volte comporta investimenti troppo elevati, nel secondo caso possiamo parlare di fonte energetica integrativa, poiché fornisce un contributo, di entità diversa a seconda della dimensione dell'impianto, al bilancio elettrico globale dell'utenza.

In questo contesto, la più recente categoria di applicazioni della tecnologia fotovoltaica è quella dei *sistemi integrati nelle strutture edili*: sistemi localizzati sulle coperture e/o facciate degli edifici, di taglia da qualche kW ad alcune decine di kW, collegati alla rete sul lato bassa tensione.

I sistemi fotovoltaici godono dal punto di vista architettonico di una serie di prerogative che li rendono unici per l'applicazione architettonica in ambiente urbano. Impianti FV sono stati installati su qualunque superficie ed hanno dimostrato una ottima adattabilità a diverse tipologie di edificio. Gli interventi di integrazione architettonica si distinguono prima di tutto a seconda del tipo di superficie dell'edificio utilizzata per l'impianto (tetto piano, tetto inclinato, facciata). Inoltre si distingue tra sistemi fotovoltaici retrofit, che vengono applicati in contesti edilizi già esistenti, e sistemi fotovoltaici integrati già dalla fase di progettazione dell'edificio.

Per quanto riguarda l'applicazione su tetti piani esistono già varie tipologie d'impianto e sono prevalentemente applicazioni retrofit. Avendo a disposizione delle superfici piane si può facilmente provvedere ad inclinare ed orientare nel miglior modo possibile il sistema fotovoltaico sostenendolo con strutture di supporto studiate a seconda dell'applicazione.

Nel caso di tetti inclinati sono sicuramente necessari sforzi ulteriori per trovare un componente architettonico valido per le tipologie edilizie italiane. In particolare, notevoli sforzi sono dedicati allo sviluppo di una vera e propria "tegola fotovoltaica". Tra le sue diverse prerogative, la tegola fotovoltaica consente al progettista di effettuare un intervento sul costruito con un livello di integrazione estetica simile a quello di un sistema integrato in fase di costruzione dell'edificio. Per le facciate le applicazioni fotovoltaiche dovrebbero essere prese in considerazione già nella fase di progettazione dell'edificio in quanto parametri quali l'orientamento e l'inclinazione risultano predefiniti.

Spesso i moduli fotovoltaici tradizionali sono difficilmente integrabili nell'involucro esterno. Ma l'offerta di moduli fotovoltaici che soddisfino tale esigenza è in continua crescita. Tecnicamente l'integrazione nelle facciate presenta meno difficoltà che l'integrazione nei tetti.

Oltre che per la produzione di energia elettrica, i pannelli fotovoltaici possono svolgere una seconda funzione come elementi protettivi di rivestimento e finitura delle pareti esterne oppure possono venire utilizzati come schermi solari per l'ombreggiamento delle finestre, sostituendo in tutti questi compiti i componenti tradizionali. In questo modo il loro costo non rappresenta una voce aggiuntiva al costo di un edificio terminato, ma è in parte assorbito dai costi per il rivestimento esterno.

La caratteristica di modularità dei sistemi fotovoltaici consente anche altri vari utilizzi, che rientrano sotto la cosiddetta categoria dell'arredo urbano: coperture per parcheggi, barriere antirumore, pensiline per percorsi pedonali o per le stazioni degli autobus e treni, alimentazione di impianti di illuminazione, ecc.

Questo genere di applicazioni presenta diversi vantaggi:

- l'energia prodotta in prossimità dell'utilizzazione ha un valore maggiore di quello dell'energia fornita da centrali tradizionali, in quanto vengono evitate le perdite di trasporto e distribuzione;
- la produzione di energia elettrica nelle ore di insolazione permette di ridurre la domanda alla rete durante il giorno, proprio quando si verifica in genere la richiesta maggiore. Ipotizzando un forte sviluppo dell'integrazione dei sistemi fotovoltaici nell'edilizia, si può prevedere un livellamento dei picchi giornalieri delle curve di domanda di energia elettrica, ai quali in genere corrispondono le produzioni energetiche più costose, come la generazione tramite turbogas. E' un'alternativa molto interessante, in particolare alla luce della crescente diffusione dei sistemi di condizionamento negli edifici residenziali e terziari.

- il costo dell'installazione del sistema fotovoltaico rappresenta un costo evitato che può andare a diminuire il costo globale dell'edificio, se consideriamo il fatto che i moduli possono diventare "elementi costruttivi", che vanno quindi a sostituire parti costitutive dell'edificio, come tegole o vetri delle facciate;
- l'edificio diventa energeticamente attivo e per molti anni la sua facciata o il suo tetto fotovoltaico produrranno migliaia di kWh, che non solo consentiranno rilevanti risparmi sulle bollette, ma anche eviteranno l'immissione nell'atmosfera di grandi quantità di CO₂ (0,3-0,4 kg di CO₂ per ogni kWh prodotto da fonte fotovoltaica);
- l'adozione di questi sistemi permette la diffusione tra gli utenti di una maggiore "coscienza energetica", con risvolti positivi nell'ambito di una crescente razionalità ed efficacia d'uso dell'energia elettrica generata e scambiata con la rete.

L'impatto ambientale

I vantaggi dei sistemi fotovoltaici sono la modularità, le esigenze di manutenzione ridotte (dovute all'assenza di parti in movimento), la semplicità d'utilizzo, e, soprattutto, un impatto ambientale estremamente basso. In particolare, durante la fase di esercizio, l'unico vero impatto ambientale è rappresentato dall'occupazione di superficie. Tali caratteristiche rendono la tecnologia fotovoltaica particolarmente adatta all'integrazione negli edifici in ambiente urbano. In questo caso, infatti, sfruttando superfici già utilizzate, si elimina anche l'unico impatto ambientale in fase di esercizio di questa tecnologia. I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi FV sono proporzionali alla quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire dell'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali.

Per produrre un chilowattora elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,53 kg di anidride carbonica (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione). Si può dire quindi che ogni kWh prodotto dal sistema fotovoltaico evita l'emissione di 0,53 kg di anidride carbonica. Questo ragionamento può essere ripetuto per tutte le tipologie di inquinanti.

Quanto detto non implica, ovviamente, che impianti fotovoltaici possano essere installati ovunque senza una attenta considerazione di aspetti collaterali. Esistono infatti problemi legati all'impatto visivo e all'occupazione del territorio, che vanno attentamente considerati ai fini di una progettazione attenta al fattore ambiente.

Anche se la generazione di energia fotovoltaica può richiedere maggiori spazi a causa della natura diffusa della radiazione solare, le possibilità di ridurre gli effetti sull'ambiente sono in genere molto diverse in funzione delle dimensioni e del tipo di impianto. Nel caso di piccole installazioni stand-alone, può essere relativamente facile adottare sistemi che consentano una buona integrazione con semplici interventi di tipo architettonico-paesaggistico. Per quanto riguarda l'integrazione nell'edilizia, i sistemi fotovoltaici possono assumere una valenza estetica rilevante. La cella di silicio ha infatti un aspetto generalmente gradevole, che la rende un materiale interessante per l'architettura, soprattutto quella contemporanea. E' inoltre possibile utilizzare celle di diverso colore, adattandole ai diversi contesti in cui esse vengono inserite.

Ovviamente più impegnativo operare allo stesso modo su sistemi di grande taglia, per i quali le superfici occupate possono assumere dimensioni rilevanti. Si consideri ad esempio un impianto di 3 MW: esso richiede circa 60.000 mq, pari all'area di 9 campi di calcio posti l'uno accanto all'altro. E' da dire però, che, anche se ad oggi non si ha sufficiente esperienza sul grado di accettabilità da parte della collettività di sistemi così estesi, soprattutto in Italia, l'esperienza relativa a installazioni

simili, anche se di taglia inferiore (come ad esempio l'impianto di Vulcano da 80 kWp), fanno ragionevolmente supporre che impianti ben progettati anche dal punto di vista dell'inserimento sul territorio, possano risultare ben tollerati e considerati un elemento non sgradevole del paesaggio

Potenzialità del fotovoltaico

La quantità di energia elettrica prodotta da un sistema fotovoltaico dipende da numerosi fattori:

- superficie dell'impianto;
- posizione dei moduli FV nello spazio (angolo di inclinazione rispetto all'orizzonte ed angolo di orientamento verso Sud;

La posizione dei moduli fotovoltaici rispetto al sole influisce notevolmente sulla quantità di energia captata e quindi sulla quantità di energia elettrica generata. I parametri che direttamente influiscono sul fenomeno sono:

angolo di inclinazione rispetto al terreno (angolo di tilt)

angolo di azimut

La produzione di energia elettrica su base media annua nell'emisfero Nord è massima per l'esposizione Sud con angolo di inclinazione pari alla latitudine locale sottratta di 10° circa. Consideriamo l'influenza dell'angolo di inclinazione (tilt) sulla radiazione incidente di un sistema, rivolto a Sud, che si trovi a Milano, Roma oppure Trapani. Il valore della radiazione incidente è quello giornaliero medio annuo.

	Milano (kWh/m ²)	Roma (kWh/m ²)	Trapani (kWh/m ²)
90° (facciata)	2,44	3,15	3,43
0° (tetto piano)	3,39	4,18	4,77
30° (tetto inclinato)	3,76	4,76	5,38

Tabella 3.18

Rispetto pertanto alla soluzione ottimale con inclinazione di 30° il sistema fotovoltaico perde circa il 10-12% nell'applicazione su superficie orizzontale e ben il 35% nell'applicazione su facciata verticale. L'influenza dell'angolo di azimut è invece minore. In un intervallo di angoli di azimut compresi tra -45° e + 45° rispetto al Sud (angolo di azimut compreso tra sud-est e sud-ovest) i valori della radiazione incidente non si discostano significativamente dal valore massimo. Orientando infatti i sistemi fotovoltaici a Sud-Est oppure a Sud-Ovest si avrebbe una perdita pari a solo il 5%.

- valori della radiazione solare incidente nel sito di installazione;
- efficienza dei moduli FV;

L'efficienza di trasformazione dell'energia solare in energia elettrica è data dal rapporto tra la potenza elettrica in uscita e la potenza della radiazione solare incidente. Ovviamente entrambe cambiano in funzione delle condizioni di irraggiamento solare. Come riferimento, si usano le condizioni standard di insolazione (potenza della radiazione incidente pari a 1000W/m², temperatura del modulo di 25 °C). Se si indicano con h l'efficienza, A l'area del modulo, P_{el} la potenza elettrica generata dal modulo FV e con P_{STC} la potenza luminosa irraggiante il modulo stesso in condizioni standard (STC) si può scrivere la relazione:

$$h_{STC} = P_{el} / P_{STC} * A$$

Ad esempio, un modulo con un'efficienza del 10% genera, in condizioni standard, una potenza elettrica (corrente continua) ai suoi morsetti di 100 Watt; 10 metri quadrati di moduli forniscono 1 kWp di potenza elettrica.

Un modulo con un'efficienza del 12,5 % genera in condizioni standard una potenza elettrica di 125 Watt. In questo caso per produrre 1 kWp sono necessari 8 metri quadrati di moduli.

- efficienza del BOS;
L'efficienza d'impianto è influenzata in maniera consistente dai componenti elettrici necessari per il trasferimento dell'energia prodotta dal modulo fotovoltaico all'utenza. Si parla in termini tecnici di efficienza del BOS. Un valore dell'85% è generalmente considerato accettabile. Il dispositivo che causa la riduzione della potenza effettivamente utilizzabile all'utenza è l'inverter.
- altri parametri (p.es. temperatura di funzionamento).

Il mercato dei sistemi fotovoltaici

Benché il mercato mondiale dei moduli fotovoltaici sia molto giovane (ha assunto una dimensione visibile solo nel corso degli anni '80) nell'ultimo decennio ha registrato una continua crescita: dal 1990 al 1996 il tasso annuo di crescita è stato in media del 10%; nel 1997 ha avuto un'impennata, con +42% rispetto all'anno precedente, per scendere nel 1998 a +20%, anno in cui la produzione mondiale di celle e moduli FV ha raggiunto circa 150 MW di potenza (alla fine del '98 la potenza totale installata nel mondo era di circa 400 MW). Nel 1999 la capacità prodotta ha superato i 200 MW: ciò significa un raddoppio in soli 3 anni. Da qui al 2010 si prevede che il tasso medio annuo di crescita sarà di circa il 17%, anche se per alcune applicazioni, soprattutto quelle connesse alla rete, si può prevedere una crescita del 25% e per alcuni paesi, come il Giappone, si prevede che il mercato possa nei prossimi anni raddoppiare, se non triplicare.

Se per alcuni utilizzi di nicchia le celle fotovoltaiche rappresentano già una soluzione conveniente, negli ultimi anni sta crescendo anche il peso delle applicazioni in connessione alla rete. Le applicazioni connesse alla rete per uso residenziale coprono attualmente il 24% del mercato FV e si prevede un'installazione di 400 MW di facciate fotovoltaiche nell'anno 2010 che corrisponderebbero al 40% del totale a quella data.

Il forte sviluppo a livello mondiale si basa su una reale domanda di mercato presente nei Paesi in via di sviluppo, per le abitazioni isolate, e nei Paesi industrializzati, dove sono stati avviati programmi di incentivazione e di sostegno finanziario a favore di progetti di "tetti e facciate FV" connessi alla rete elettrica.

I paesi che hanno la parte maggiore del mercato sono gli Stati Uniti (40% della capacità produttiva) ed il Giappone (25%). Il settore nell'ultimo decennio ha visto il coinvolgimento dei principali operatori energetici mondiali: Siemens solar, Amoco/Enron, BP solar.

Nel corso degli ultimi due decenni il prezzo dei moduli è notevolmente diminuito al crescer del mercato. Tuttavia il prezzo del kWp installato è ancora tale da rendere questa tecnologia non competitiva dal punto di vista economico con altri sistemi energetici, se non in particolari nicchie di mercato o in presenza di meccanismi di incentivazione.

Nel caso di sistemi integrati negli edifici e collegati direttamente alla rete in bassa tensione, il costo dell'impianto è attualmente di circa 15-20 Mil/kWp installato, per un costo attualizzato dell'energia elettrica prodotta quantificabile in 700 lire/kWh in condizioni di soleggiamento ottimale.

Nel caso invece di sistemi per utenze isolate, i costi sono dell'ordine dei 20-22 Mil/kWp, con un corrispondente costo attualizzato di 1100-1300 lire. Tali costi elevati sono ovviamente spiegabili con la necessità di dotare il sistema di batterie di accumulatori.

Collegare un utente di una zona isolata alla rete elettrica ha un costo che è funzione della distanza dalla rete di distribuzione. Spesso bisogna realizzare un tronco in media tensione, con un trasformatore su palo e la restante parte in bassa tensione. Secondo valutazioni ENEL tali costi ammontano complessivamente a circa 40 milioni di lire/km. Ciò significa che, indicativamente, se la linea dovesse superare i 500 metri per ogni kW di potenza richiesto dall'utente, la fonte fotovoltaica risulterebbe già la più conveniente.

Da quanto esposto risulta evidente che, attualmente, questi costi sono ancora lontani dalla competitività che, oggi, tenendo conto dei costi sociali delle fonti convenzionali, può essere posta tra 150 e 180 Lit/kWh: perchè il fotovoltaico possa quindi essere convenientemente usato per la produzione di energia su grande scala, occorre ridurre i costi della tecnologia.

La tecnologia fotovoltaica non è ancora matura per essere utilizzata su larga scala per la produzione di energia elettrica, ma l'esperienza acquisita con le innumerevoli applicazioni "personalizzate", costituisce la premessa per poter entrare a pieno titolo all'inizio del nuovo secolo nel grande mercato dell'energia.

Per questo obiettivo, dopo l'affidabilità tecnologica, il fotovoltaico deve ridurre drasticamente i costi dell'investimento, cioè sostanzialmente il costo del materiale e della fabbricazione delle celle.

La ricerca tecnologica è finalizzata a questo scopo e sta sperimentando diverse possibilità.

La riduzione del costo dovrà interessare tutti i componenti del sistema.

Per quanto riguarda le parti non propriamente fotovoltaiche dell'impianto -inverter, strutture meccaniche di sostegno, ecc.- non appaiono possibili particolari innovazioni tecnologiche: una buona parte della riduzione potrà provenire dalle economie di scala legate all'aumento dei volumi di produzione.

Diversa appare la situazione per quanto riguarda i moduli: la riduzione di costo, in questo caso, sembra possibile solo a fronte di tecnologie innovative ("break-through tecnologico") relative sia ai materiali, sia ai processi di fabbricazione; questi ultimi, in particolare, dovranno svilupparsi nel senso della più completa automazione, anche per andare incontro alle esigenze di "qualità totale" implicite nella produzione di parti ad elevatissima tecnologia, per le quali la resa massima costituisce un fattore di importanza vitale.

Inoltre appare prevedibile che, grazie all'introduzione coronata dal successo della tecnologia dei film sottili, la riduzione di costo possa avvenire ad un passo ancora più spedito di quanto non sia successo finora.

Per riuscire a creare un mercato fotovoltaico sempre più significativo, è necessario non solo però sforzarsi per ottenere importanti miglioramenti nei processi di fabbricazione, ma è anche indispensabile favorire economicamente la domanda, mediante incentivi e finanziamenti, soprattutto per quanto riguarda le applicazioni integrate nelle strutture edili che, se non supportate finanziariamente, difficilmente possono trovare convenienza economica e quindi possibilità di utilizzo là dove l'energia elettrica è già messa a disposizione dalla rete di distribuzione.

Scopo primo delle campagne di incentivazione e finanziamento deve essere quello di creare un volano al settore fotovoltaico tale da innescare economie di scala e conseguenti riduzioni dei costi. La diffusione dei sistemi fotovoltaici dovrebbe infine consentire la creazione di un mercato non più "di nicchia" (alimentazione di utenze isolate), ma bensì tale da permettere lo sviluppo di imprese nazionali di grandi dimensioni, con effetti occupazionali significativi.

La Campagna per il decollo delle fonti energetiche rinnovabili nell'Unione Europea, per quanto riguarda il fotovoltaico, si prefigge un obiettivo ambizioso che, grazie ad una maggiore apertura del mercato, consenta di ridurre sensibilmente i prezzi. A questo scopo sono stati previsti, per il mercato dei Paesi dell'Unione, circa 650 MWp installati al 2003 e, sempre alla stessa data, sistemi per l'esportazione verso i Paesi in via di sviluppo per una potenza di 350 MWp. In totale si è posto l'obiettivo di circa 1.000 MWp installati al 2003, come riportato in tabella 3.4.1.

La Campagna consentirebbe di coprire il 21% dei 3.000 MWp da installare al 2010 nell'Unione Europea, secondo le stime del Libro Bianco.

La Campagna prevede alcune specifiche azioni per favorire questa ampia diffusione della tecnologia:

- promozione ed installazione del FV nelle scuole e negli edifici pubblici;
- incentivi per le applicazioni nei settori turistici, sportivi e ricreativi;
- incentivi provenienti da fondi pubblici e da aziende elettriche municipali.

Mercato/Applicazione/ Segmento tecnologico	Stima capacità installata	Costo medio unitario (Euro/kW)
Tetti FV (150.000 sistemi in rete con una potenza media unitaria di 3 kWp)	450 MWp	4.000
Facciate FV (5.000 sistemi in rete con una potenza media unitaria di 30 kWp)	150 MWp	5.000
Impianti isolati (per case isolate, isole, case estive)	50 MWp	6.000
Paesi in Via di Sviluppo (350.000 sistemi per case rurali, pompaggio, usi sanitari ed educativi, comunicazioni)	350 MWp	7.000
TOTALE	1.000 MWp	

Tabella 3.19 Libro Bianco della Commissione Europea-campagna di decollo delle fonti di energia rinnovabili. Fonte solare fotovoltaica

Con questa campagna si prevede di ridurre il costo per le applicazioni in rete di circa il 30%.

Un punto molto importante riguarda il rafforzamento delle connessioni con altri settori, come per esempio quello edile. In effetti molte applicazioni recenti di integrazione dei moduli fotovoltaici nelle facciate di edifici indicano come questa integrazione possa dare i suoi vantaggi anche dal punto di vista economico.

3.4.2 La situazione in Italia ed in Provincia di Bologna

Come già evidenziato nel capitolo riguardante la fonte solare termica, l'Italia offre condizioni meteorologiche molto buone per l'uso dell'energia solare. Da nord a sud l'insolazione differisce di circa il 40% e sta tra 1200 e 1750 kWh/mq all'anno.

Uno studio della Commissione Europea ha rilevato che in Italia la superficie di tetti disponibile (con orientamento verso Sud, Est, Ovest) è di 370.000.000 di mq, mentre quella delle facciate è di quasi 200.000.000 mq. Se questi spazi fossero coperti da moduli fotovoltaici, sarebbe possibile produrre circa 130 TWh/anno, pari al consumo di oltre 30 milioni di famiglie (considerando una media di 4.000 kWh/anno per nucleo familiare). Sono ovviamente calcoli ipotetici, ma che fanno comunque ben comprendere l'enorme potenziale esistente.

L'Italia è rimasta per molto tempo all'avanguardia nel settore del fotovoltaico. Dopo una fase di grande fermento della prima metà degli anni '90 in cui ENEL ha installato diverse centrali fotovoltaiche (la più grande delle quali la centrale di Serre nel salernitano è di 3,3 MWp), il mercato ha vissuto un forte rallentamento soprattutto per l'assenza di adeguati meccanismi di incentivazione.

Gli impianti fotovoltaici ad oggi presenti in Provincia di Bologna sono solo tre. Due sono impianti isolati installati presso aziende agricole e rifugi appenninici con potenze comprese fra 1 e 3 kWp e si trovano rispettivamente a Bargi e Monte Cavallo.

L'unico impianto connesso a rete è quello dell'Areoportò Marconi di Bologna di potenza pari a 80 kWp.

Il Libro Bianco per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili prevede un notevole sviluppo del settore, passando dai 16 MW del 1997 ai 300 MW del 2010. E' evidente che il limite a questo sviluppo è di carattere essenzialmente economico. Una riduzione del costo dei moduli potrebbe portare ad un incremento della potenza installata.

In Italia attualmente le facilitazioni esistenti sono rappresentate dall'IVA al 10% e dalla possibilità di detrarre dall'IRPEF il 36% del costo totale d'impianto (materiali e installazioni). Si tratta di disposizioni utili, ma chiaramente ancora insufficienti: è fondamentale ridurre l'esborso iniziale ed è inoltre auspicabile l'eliminazione dell'IVA.

Inoltre con la delibera 224/00 del 6 dicembre 2000 l'Autorità dell'Energia ha finalmente normalizzato la possibilità di effettuare lo scambio alla pari per impianti fotovoltaici fino a 20kWp.

L'autorità ha stabilito con il proprio distributore, l'Enel e le aziende municipalizzate del settore, le condizioni di scambio dell'energia che qualsiasi soggetto grande o piccolo, pubblico o privato può produrre con impianti fotovoltaici fino a 20 KW di potenza. Per gli impianti fino a 20 kWp dunque, si potrà adottare un sistema di contabilizzazione cosiddetto "net-metering".

In base allo schema di contratto l'energia prodotta da impianti mediante conversione diretta della radiazione solare in energia elettrica, deve essere acquistata dall'azienda elettrica cui è allacciato il cliente/produttore di energia fotovoltaica. La società elettrica sarà tenuta ad installare un contatore addizionale a quello già in uso e adibito alla misurazione della corrente e alla contabilizzazione degli importi che verranno sottratti dalla bolletta. Proprio per promuovere questa forma di autoproduzione, la corrente prodotta e scambiata con la rete avrà in tutte le ore del giorno un valore parificato a quello dell'energia tradizionale ritirata dal proprio distributore. I costi di installazione, manutenzione e lettura del dispositivo ammonteranno a circa sessanta mila lire. Una semplice aggiunta al normale contratto di fornitura già stipulato dall'utente darà il via all'attivazione dello "scambio".

Secondo questo sistema annualmente sarà considerato il bilancio tra energia prelevata dalla rete ed immessa nella rete. Se si è consumata più energia di quanta se n'è immessa si pagherà solo la differenza. Se invece si è immessa più energia di quanta se n'è consumata, l'eccedenza sarà riportata a credito per gli anni successivi, senza dar luogo a retribuzione. Sarà dunque cura dei progettisti realizzare uno studio accurato dei fabbisogni, in modo da dimensionare impianti che riescano, in media, a soddisfare le necessità dell'utenza senza dare luogo ad un credito che si accumuli all'infinito.

Per questo non esistono oggi impedimenti per realizzare impianti connessi in rete senza accumulo all'interno dell'edificio. Sarà la rete che farà da accumulo.

Per quanto riguarda gli impianti superiori ai 20 kWp, si prevede invece ci sarà un contatore fiscale in base al quale l'autoproduttore pagherà le imposte addizionali sull'energia prodotta e consumata e un contatore valido ai fini non fiscali ma "aziendali", in base al quale verranno remunerati i kWh ceduti all'Azienda elettrica. La valorizzazione delle eccedenze attualmente in Italia non è molto elevata.

Con la delibera 81/99 dell'Autorità per l'Energia¹³ sono stati aggiornati i prezzi di cessione dell'energia da fonti rinnovabili, per gli impianti entrati in servizio dal 1 gennaio 1997. Per quanto riguarda l'energia fotovoltaica si faccia riferimento alla tabella seguente:

Entrata in servizio	Senza contributi	Con contributi
1997/1998	305.3	98.8
1999/2000	362.1	114.7
2001/2002	428.4	133.9

Tabella 3.20 Prezzi di cessione Lire/kWh

Le imprese fotovoltaiche italiane riunite nel gruppo GIF-ANIE stanno operando attivamente perché anche in Italia sia possibile una valorizzazione adeguata dell'energia elettrica inviata al Gestore Unico della Rete, cioè venduta alla rete. Si pensi che in Germania vengono pagate circa 1.000 lire per ogni kWh da fonte solare inviato in rete. Si è confidenti che questo possa avvenire anche in Italia entro l'anno anche se con valorizzazione forse differente. L'industria spinge verso questa soluzione, in preferenza ai contributi in conto capitale, perché è premiante per chi realizza gli impianti più efficienti.

Il Programma nazionale 10.000 tetti fotovoltaici

Finalmente nel 2001 è partito il cosiddetto "*Programma Nazionale 10.000 tetti fotovoltaici*".

Il Piano consiste nel finanziamento di impianti fotovoltaici connessi alla rete elettrica e integrati nelle strutture edili; al programma hanno avuto accesso soggetti pubblici e privati (incluse le imprese).

Si tenga presente che l'Italia è vincolata a realizzare un intervento di questo genere dagli accordi stipulati a Kyoto in merito all'abbattimento dei gas-serra. In particolare la legislazione energetica nazionale prevede che ciascuna società fornitrice d'energia elettrica debba produrre una percentuale di energia per mezzo di impianti ad energia rinnovabile (idroelettrico, eolico, fotovoltaico, geotermico). Per questa ragione gli enti gestori sarebbero interessati alla realizzazione di impianti che contribuirebbero alla produzione della percentuale di energia pulita che per legge sono tenuti a fornire.

Il Programma Tetti Fotovoltaici (FV), che si propone la realizzazione di impianti FV di taglia compresa tra 1 e 50 kW, collegati alla rete elettrica e integrati nelle strutture edili (tetti, terrazze, facciate, elementi di arredo urbano, ecc.), è articolato in due fasi nell'arco di 6 anni: la prima prevede l'installazione di 10.000 impianti per complessivi 50 MW, la seconda consentirà la realizzazione di ulteriori 40.000 impianti per una potenza complessiva di oltre 200 MW (investimento totale circa 1.900 miliardi).

¹³ Aggiornamento dei prezzi di cessione dell'energia elettrica e dei contributi riconosciuti alla nuova energia prodotta da impianti utilizzando fonti rinnovabili e assimilate ai sensi degli articoli 20, comma 1 e 22, comma 5, della legge 9 gennaio 1991, n. 9.

Nel 2001 sono partiti quindi tre progetti specifici per il fotovoltaico:

1. *impianti FV di taglia compresa tra 1 e 20 kWp per i soggetti pubblici (Comuni capoluogo di Provincia, Comuni facenti parte di aree protette, Province, Università ed Enti Nazionali di Ricerca) (20 mld stanziati);*
2. *impianti FV da 1 a 20 kWp per i privati e i soggetti pubblici non ricadenti nel primo programma (40 mld stanziati che verranno gestiti dalle regioni più una quota propria di cofinanziamento pari al 30%);*
3. *impianti FV di grande taglia, almeno 30 kWp da integrare in edifici di alta valenza architettonica (3 mld);
Tale stanziamento porterà alla realizzazione di 3-5 impianti di potenza superiore ai 30 kWp con un contributo pubblico in conto capitale dell'85%, per un totale di potenza installata prevista di 150 kWp.*

I fondi (60 miliardi di Lire) destinati all'avvio dei primi due progetti sono stati impegnati da un Decreto del Servizio IAR (Inquinamento Atmosferico e Rischi Industriali) del Ministero dell'Ambiente firmato lo scorso dicembre ed approvato dalla Corte dei Conti alla fine di febbraio.

Per quanto riguarda i primi due progetti, il contributo dello Stato e delle Regioni sarà pari al 75% del costo degli impianti (IVA esclusa).

In particolare per il programma 1, ipotizzando una taglia media degli impianti pari a 10 kWp si prevede la realizzazione di circa 200 sistemi fotovoltaici, con una superficie complessiva di moduli pari a circa 20.000 mq ed una potenza di 2 MWp.

Per il progetto indirizzato ai soggetti privati e pubblici, ipotizzando invece una taglia media di 2,5 kWp si prevede la realizzazione di circa 2.000 sistemi PV con una superficie di moduli pari a 45.000-55.000 mq ed una potenza di 5 MWp.

Complessivamente verranno quindi realizzati 2.200 impianti per una potenza complessiva di 7 MWp con una notevolissima accelerazione del comparto fotovoltaico che negli ultimi anni aveva visto in Italia un livello medio di installazioni pari a soli 1,5-3 MWp annui.

Se questa prima fase avrà successo, come sembra, si prevede la realizzazione di 50.000 impianti fotovoltaici entro il 2007.

Per quanto riguarda l'Emilia Romagna sono stati stanziati 4 Miliardi di lire per il programma, il bando è stato pubblicato in data 8 Agosto 2001, con data di scadenza per la presentazione dei progetti al 15 Ottobre 2001.

Al 20/11/2001 i progetti presentati e approvati in Regione risultavano circa 25 di cui nessuno previsto in Provincia di Bologna.

3.4.3 Il potenziale in Provincia di Bologna

Le favorevoli condizioni di irraggiamento solare della Provincia sono già state analizzate nel capitolo riguardante il solare termico. L'insolazione media annua sul territorio della Provincia è risultata pari a 1.420 kWh/mq circa.

In tali condizioni, ipotizzando una inclinazione di 30° sull'orizzonte ed un orientamento verso Sud, un valore conservativo dell'efficienza dei moduli del 12,5% e dell'85% per quella del BOS, si

ottiene un valore di energia elettrica prodotta in un anno di funzionamento da 1 kWp di moduli (in corrente alternata) pari a 1.207 kWh.

Il consumo medio di energia elettrica per famiglia in Provincia di Bologna, si attesta attualmente intorno ai 2.650 kWh. Tale fabbisogno potrebbe essere soddisfatto utilizzando impianti da 2,2 kWp pari ad una superficie di moduli di 17-18 mq. Il costo orientativo, ipotizzando una semplice struttura di supporto dei moduli e un'installazione priva di particolari difficoltà, si aggirerebbe tra i 30 e i 35 Mil di lire (IVA al 10% inclusa).

Tutto ciò per avere un'idea, solo indicativa, delle potenziali quantità in gioco.

Se riportiamo al livello di Provincia le ipotesi di diffusione espresse nel Libro Bianco possiamo ottenere uno sviluppo delle installazioni fotovoltaiche al 2010 corrispondente ad una potenza di circa 4,8 MW. L'energia prodotta da tali installazioni sarebbe pari a poco meno di 5.800 MWh.

Tale potenziale può essere ripartito tra le utenze isolate, in particolare aziende agricole o alpeggi dell'area appenninica, per le quali può già esistere una convenienza economica del fotovoltaico, in quanto i costi di allacciamento alla rete elettrica uguagliano o sono superiori ai costi dell'impianto fotovoltaico stesso. In questo contesto, l'utilizzo di impianti PV per il pompaggio di acqua irrigua è particolarmente interessante, tanto più che le necessità di irrigare le colture o i prati sono generalmente legati ai periodi di maggiore insolazione.

In questi casi, per la semplicità degli impianti, i costi possono competere con quelli delle altre fonti energetiche. Infatti, il costo dell'allacciamento della pompa alla rete elettrica, soprattutto nel caso di piccoli pozzi, viene ad incidere sicuramente di più sui costi d'impianto rispetto al prezzo di acquisto ed installazione di un modulo PV. Inoltre l'energia prodotta successivamente non deve essere pagata, al contrario della fornitura dalla rete pubblica. Nei sistemi di pompaggio PV non sono in genere necessarie batterie per l'accumulo dell'energia, in quanto si può pompare acqua in quantità nelle ore di maggiore insolazione, prevedendo un eventuale accumulo in vasche o serbatoi.

Altri tipi di applicazioni possono riguardare la gestione di serre, piuttosto che i sistemi di illuminazione o l'alimentazione di recinti per gli animali, ecc.

Per quanto riguarda i sistemi connessi in rete, si potranno invece considerare interventi più consistenti principalmente a livello di edifici pubblici e strutture turistiche. In questi casi la possibilità di integrare opportunamente il sistema PV nella struttura edilizia dovrà essere considerata prioritaria in modo da poter ottenere una riduzione dei costi.

La realizzazione di tali impianti comporterà gli effetti riportati in tabella.

Combustibili fossili risparmiati (tep/a)	1.277
Emissioni di CO ₂ evitate (ton/a)	2.952

Tabella 3.21 Risparmio di fonti fossili e di emissioni di CO₂

3.4.4 Indicazioni e politiche di sviluppo

Parte delle indicazioni e delle politiche di sviluppo proposte nel caso dello sviluppo della tecnologia solare termica trovano una loro validità anche nel caso della tecnologia fotovoltaica.

In particolare, si propone esplicitamente di esentare dai permessi di costruzione le installazioni di impianti fotovoltaici qualora queste vengano disposte sulle coperture degli edifici abitativi.

La ricopertura delle facciate in molti casi può costituire un elemento decorativo. In tal caso si devono ricercare opportune soluzioni di integrazione con gli altri elementi strutturali dell'edificio. Le agevolazioni fiscali presenti per il solare termico trovano la stessa applicazione anche per il fotovoltaico.

Per riuscire a creare un mercato fotovoltaico sempre più significativo, è necessario non solo però sforzarsi per ottenere importanti miglioramenti nei processi di fabbricazione, ma è anche indispensabile favorire economicamente la domanda, mediante incentivi e finanziamenti, soprattutto per quanto riguarda le applicazioni integrate nelle strutture edili.

I programmi di sussidio dovranno essere ben disegnati nei termini già indicati nel caso precedente, soprattutto in considerazione delle quote elevate di investimento per questa tecnologia. I contributi non dovrebbero essere inferiori al 75% dell'investimento complessivo sostenuto.

In generale, di fondamentale importanza in questo contesto risulteranno i seguenti fattori:

- 1) volontà reale delle autorità pubbliche a sviluppare il settore attraverso specifici programmi d'incentivazione;
- 2) capacità di organizzare e gestire efficacemente i programmi di sviluppo. È necessario semplificare al massimo le operazioni che gli utenti devono eseguire per poter realizzare gli impianti. Inoltre è indispensabile prevedere una massiccia campagna informativa, prima di tutto per far sì che le agevolazioni siano compiutamente sfruttate e, in secondo luogo (ma per questo non meno importante), affinché sia sempre più diffusa la conoscenza della tecnologia fotovoltaica;
- 3) ampia disponibilità di collaborazione da parte delle società elettriche e del gas locali e nazionali, affinché forniscano un valido supporto agli utenti interessati ad installare un sistema fotovoltaico. In tal senso val la pena ricordare le recenti indicazioni contenute nei due decreti ministeriali del 24 Aprile 2001;
- 4) sostegno dei Comuni e degli Enti Locali, che garantiscano tempi brevi nel rilascio di eventuali permessi di costruzione. I vincoli paesaggistici creano spesso problemi all'installazione di pannelli solari, nonostante nella stessa zona siano quasi sempre presenti imponenti tralicci per la trasmissione dell'energia elettrica. L'attenzione all'ambiente deve necessariamente essere accompagnata da maggiore buon senso.

Accanto a programmi pubblici estesi, incentivi finanziari mirati possono, anche per quanto riguarda la tecnologia PV, rafforzare significativamente gli investimenti. Particolare attenzione, in questo ambito, potrà ad esempio meritare il settore turistico, vista la significativa presenza di strutture ricettive nell'area del capoluogo e nella zona appenninica e all'interesse sempre più marcato verso le tematiche di un "turismo sostenibile" e visto che, in genere, la maggiore richiesta energetica del settore si registra nei periodi in cui si ha la maggiore insolazione.

Un impianto dimostrativo potrebbe avere un effetto positivo sull'attenzione pubblica riguardo alla tecnologia solare fotovoltaica e sulle decisioni degli investitori privati. L'installazione di sistemi fotovoltaici su edifici pubblici potrà essere un ottimo esempio in questa direzione.

3.5 Le fonti da biomassa

Biomassa è un termine che riunisce una gran quantità di materiali, di natura estremamente eterogenea. Con alcune eccezioni, si può dire che è biomassa tutto ciò che ha matrice organica. Sono da escludere le plastiche e i materiali fossili, che, pur rientrando nella *chimica del carbonio*, non hanno nulla a che vedere con la caratterizzazione che qui interessa dei materiali organici.

La biomassa rappresenta la forma più sofisticata di accumulo dell'energia solare. Questa, infatti, consente alle piante di convertire la CO₂ atmosferica in materia organica, tramite il processo di fotosintesi, durante la loro crescita. In questo modo vengono fissate complessivamente circa 2·10¹¹ tonnellate di carbonio all'anno, con un contenuto energetico dell'ordine di 70·10³ Mtep.

La biomassa, attraverso il processo della fotosintesi, cattura la radiazione solare e la trasforma in energia chimica; essa costituisce quindi una risorsa per la produzione di altre forme di energia, rinnovabile e inesauribile se opportunamente utilizzata;

La *biomassa utilizzabile ai fini energetici* consiste in tutti quei materiali organici che possono essere utilizzati direttamente come combustibili ovvero trasformati in combustibili solidi, liquidi o gassosi. Le biomasse possono essere costituite da:

- ✓ le colture (arboree ed erbacee) destinate specificatamente alla produzione di biocarburanti e biocombustibili,
- ✓ i sottoprodotti delle produzioni erbacee, arboree, e delle prime lavorazioni agro-industriali,
- ✓ i sottoprodotti delle operazioni forestali per il governo dei boschi e per la produzione di legname da opera, e delle prime lavorazioni del legno o altro (residui taglio dell'erba, foglie, ecc.),
- ✓ i reflui zootecnici destinati alla produzione di biogas,
- ✓ la parte organica dei rifiuti urbani,
- ✓ residui inutilizzabili di produzioni destinate all'alimentazione umana o animale (pule dei cereali, canna da zucchero, ecc.).

Le biomasse sembrano essere una delle sorgenti energetiche che potrebbero realmente sostituire parte dei combustibili fossili tradizionali, in particolare nel territorio della Provincia di Bologna.

La biomassa è ampiamente disponibile ovunque e rappresenta una risorsa locale, pulita e rinnovabile. L'utilizzazione delle biomasse per fini energetici non contribuisce all'effetto serra, poiché la quantità di anidride carbonica rilasciata durante la decomposizione, sia che essa avvenga naturalmente, sia per effetto della conversione energetica, è equivalente a quella assorbita durante la crescita della biomassa stessa; non vi è, quindi, alcun contributo netto all'aumento del livello di CO₂ nell'atmosfera.

Il suo utilizzo ha, allora, una influenza positiva sull'effetto serra e sui problemi di cambiamento climatico, che coinvolgono sia i paesi industrializzati che quelli in via di sviluppo.

I vantaggi che si possono ottenere nell'uso di biomasse a fine energetico possono essere inoltre:

- le biomasse, coltivate in maniera ciclica, costituiscono una risorsa energetica rinnovabile nel tempo;
- possibilità di creare colture specializzate energeticamente migliori;
- possibilità di usare biomasse provenienti dalla selezione dei rifiuti solidi urbani, in particolare la parte putrescibile, con conseguente soluzione dei problemi legati allo smaltimento;
- la produzione di ossigeno che avviene durante il processo di fotosintesi nelle piante e nelle alghe compensa l'ossigeno che viene consumato nella combustione, riducendo l'impoverimento dello stesso nell'atmosfera;

- i combustibili liquidi derivati da biomasse contengono minime quantità di zolfo. Questo comporta una riduzione delle emissioni di SO₂ e, conseguentemente, del fenomeno delle piogge acide;
- l'aumentata produzione di biomasse migliora le condizioni microclimatiche attraverso l'uso dell'acqua e dei meccanismi di riciclaggio;
- la produzione di compost dalle biomasse riduce il deterioramento del suolo e la contaminazione dei fiumi e delle falde acquifere dovuta all'uso di fertilizzanti sintetici;
- l'introduzione di colture tradizionali ed innovative con basso impatto ambientale in termini di basse richieste di acqua, bassi bisogni nutrizionali, buona adattabilità a condizioni variabili del suolo, buona resistenza agli attacchi dei parassiti e delle malattie;
- una migliore pratica agronomica ed una accresciuta attenzione per la cura delle aree boschive saranno positive per l'ambiente e comporteranno anche un maggiore controllo dei fenomeni di erosione dei suoli o di desertificazione ed una diminuzione del pericolo di incendio.

Un maggiore uso energetico delle biomasse potrebbe inoltre produrre consistenti benefici occupazionali. Questi derivano dal fatto che le diverse fasi del ciclo produttivo del combustibile da biomassa, sia esso di origine agricola o forestale, creano posti di lavoro e favoriscono la rivitalizzazione di questo settore. Anche l'industria collegata alle tecnologie di conversione energetica potrebbe trarre un considerevole beneficio occupazionale.

3.5.1 Inquadramento del settore

Energia dalla biomassa

Esistono essenzialmente, due categorie di metodi di conversione della biomassa in energia:

1. metodi biologici (decomposizione aerobica o anaerobica, in particolare: digestione anaerobica e fermentazione alcoolica)
2. metodi termici (combustione diretta, pirolisi e gassificazione)

I processi di conversione biochimica permettono di ricavare energia per reazione chimica dovuta al contributo di enzimi, funghi e micro-organismi, che si formano nella biomassa sotto particolari condizioni, e vengono impiegati per quelle biomasse in cui il rapporto C/N sia inferiore a 30 e l'umidità alla raccolta superiore al 30%. Risultano idonei alla conversione biochimica le colture acquatiche, alcuni sottoprodotti colturali (foglie e steli di barbabietola, ortive, patata, ecc.), i reflui zootecnici e alcuni scarti di lavorazione (borlande, acqua di vegetazione, ecc.), nonché la biomassa eterogenea immagazzinata nelle discariche controllate.

I processi di conversione termochimica sono basati sull'azione del calore che permette le reazioni chimiche necessarie a trasformare la materia in energia e sono utilizzabili per i prodotti ed i residui cellulosici e legnosi in cui il rapporto C/N abbia valori superiori a 30 ed il contenuto di umidità non superi il 30%. Le biomasse più adatte a subire processi di conversione termochimica sono la legna e tutti i suoi derivati (segatura, trucioli, ecc.), i più comuni sottoprodotti colturali di tipo ligno-cellulosico (paglia di cereali, residui di potatura della vite e dei fruttiferi, ecc.) e taluni scarti di lavorazione (lolla, pula, gusci, noccioli, ecc.).

Tra le varie tecnologie di conversione energetica delle biomasse alcune possono considerarsi giunte ad un livello di sviluppo tale da consentirne l'utilizzazione su scala industriale, altre necessitano invece di ulteriore sperimentazione al fine di aumentare i rendimenti e ridurre i costi di conversione energetica.

- *Tra i metodi biologici, il recupero di energia elettrica e termica da biogas ottenuto da digestione anaerobica è una delle filiere di energia rinnovabile più interessanti.*

La digestione anaerobica è un processo di conversione di tipo biochimico, che avviene in assenza di ossigeno, consistente nella demolizione, ad opera di micro-organismi, di sostanze organiche complesse (lipidi, protidi, glucidi) contenute nei vegetali e nei sottoprodotti di origine animale, che produce un gas (biogas) costituito per il 50÷70% da metano e per la restante parte soprattutto da CO₂ ed avente un potere calorifico medio dell'ordine di 23.000 kJ/Nm³. Il biogas così prodotto viene raccolto, compresso ed immagazzinato e può essere utilizzato come combustibile per alimentare lo stesso processo di bioconversione, ovvero veicoli a gas o caldaie a gas per produrre calore e/o energia elettrica.

La biometanizzazione può essere, ed è stata, applicata alle sostanze organiche più diverse come:

- le acque residue urbane ed i fanghi prodotti nelle stazioni di depurazione;
- gli scarti di lavorazioni industriali (principalmente residui derivanti dalle industrie agro-alimentari, ma anche dalle cartiere e dalle concerie);
- i rifiuti domestici;
- gli scarti di origine agricola (sottoprodotti erbacei, solo se miscelati con liquami, e reflui di origine animale degli allevamenti).

Una parte del biogas prodotto (il 30% circa) deve essere bruciato per assicurare il mantenimento della temperatura del digestore. Il resto del biogas costituisce la cosiddetta "produzione netta", che deve, a questo punto, essere valorizzata per lo sfruttamento.

Il biogas, inoltre, essendo costituito da metano (CH₄) ed anidride carbonica (CO₂), non può essere utilizzato direttamente in un bruciatore o un motore a meno di alcune modifiche.

Esso può essere sfruttato principalmente in:

- una caldaia classica in cui si siano modificate le caratteristiche del bruciatore e che può essere utilizzata per usi domestici (acqua calda sanitaria o riscaldamento centrale)
- apparecchi forniti di bruciatori adattati (ad es. per la cottura dei cibi)
- un motore a combustione interna azionante una pompa, un compressore o ancora un generatore per produrre elettricità
- motori Diesel, anche se necessitano, per essere adattati al biogas, di rilevanti trasformazioni. L'opzione generalmente scelta è la loro conversione in motori "dual-fuel".

La biometanizzazione produce dell'energia direttamente valorizzabile a partire da diversi tipi di biomassa (agricola, urbana o industriale). Essa è, inoltre, alternativa ad altri trattamenti, essi stessi energivori (ad es. la digestione aerobica degli scarichi industriali) e costituisce di fatto una doppia economia di energia: l'energia non consumata e l'energia prodotta. Il biogas può, infatti, sostituirsi in parte ai combustibili fossili classici (olio combustibile, carbone, gas naturale).

La biometanizzazione permette, inoltre, di disinquinare la parte organica dei reflui, dal momento che le sostanze fermentescibili sono trasformate in biogas. Crescente è quindi l'interesse degli industriali verso questo processo.

Anche in agricoltura si dimostra molto utile e importante. Infatti il trattamento per la digestione anaerobica dei reflui d'allevamento permette di ridurre sensibilmente il carico inquinante, mantenendo intatto il loro valore fertilizzante e, a volte, migliorandolo.

Il processo di metanizzazione stabilizza l'effluente digerito, eliminando germi patogeni e noie olfattive e questo costituisce un vantaggio innegabile soprattutto in fase di concimazione. Allo stesso modo, anche per quanto riguarda i fanghi da stazioni di depurazione, la

biometanizzazione è una tecnica che allea in sé il vantaggio della produzione di energia a quello della stabilizzazione dei reflui. D'altra parte la digestione anaerobica restituisce un residuo che può essere valorizzato nuovamente come integratore all'alimentazione del bestiame ed alla piscicoltura. Il valore fertilizzante degli effluenti viene, a volte, migliorato. Anche i fanghi di depurazione, dopo la stabilizzazione anaerobica, possono essere utilizzati come integratori organici, così come i composti risultanti dalla digestione dei rifiuti urbani.

Infine, in assenza di biometanizzazione, i reflui d'allevamento ed i rifiuti urbani sono soggetti ad una degradazione anaerobica non controllata, che genera emissioni di grosse quantità di metano. Questo gas ha un effetto climalterante di circa 20 volte superiore a quello della CO₂, benché la sua vita media sia molto più breve.

Attraverso la digestione controllata di questo tipo di biomasse, si realizza, dunque, una doppia economia, in termini di emissioni di gas serra: da un lato recuperando il metano che si sarebbe accumulato in atmosfera e dall'altro evitando ulteriori emissioni di CO₂, che risulterebbero dalla combustione di fonti di energia fossile.

- *Per quanto riguarda i processi di combustione termica, la combustione diretta costituisce la tecnologia maggiormente assodata e diffusa.*

La pirolisi risulta ancora poco sviluppata anche a causa degli alti costi e la gassificazione, sempre per analoghe diseconomie, si trova ancora nel passaggio dalla scala pilota alle esperienze effettive su scala reale. Attualmente esiste un ristretto numero di applicazioni riguardanti la gassificazione a scala commerciale in Europa; ciò è dovuto sia a problemi tecnici, che a costi non ancora competitivi della tecnologia. A parte le diverse classificazioni in funzione del tipo di gassificatore impiegato, della pressione di esercizio, dell'agente gassificante e del sistema di depurazione del biogas, si nota che il maggior numero di gassificatori esistenti appartiene ad una scala inferiore a 750 kW elettrici.

La combustione viene generalmente attuata in apparecchiature (caldaie) in cui avviene anche lo scambio di calore tra i gas di combustione ed i fluidi di processo (acqua, olio diatermico, ecc.). La combustione si attua con buoni rendimenti, se si utilizzano come combustibili sostanze ricche di glucidi strutturati (cellulosa e lignina) e con contenuti di acqua inferiori al 35%.

La combustione costituisce il più antico e diffuso processo per l'utilizzazione energetica di residui di varia natura. Si ricorre alla combustione quando la percentuale di umidità presente nella biomassa è sufficientemente bassa: interessa quindi prevalentemente le biomasse di tipo ligno-cellulosico (legna proveniente dai tagli dei boschi), anche se possono subire lo stesso trattamento altri residui agricoli, quali, ad esempio, la paglia di cereali, la paglia o la lolla di riso¹⁴, i tutoli di mais, residui di raccolta di legumi secchi, di piante oleaginose (ricino, catramo, ecc.) e di piante da fibra tessile (cotone, canapa, ecc.), residui delle industrie agrarie; ecc.

Si possono distinguere le due principali categorie di impianti seguenti:

- Impianti per il riscaldamento ausiliario: stufe di maiolica, stufe ad aria calda, caminetti, stufe a caminetto, stufe-cucina
- Impianti per il riscaldamento centralizzato: caldaie ad alimentazione manuale (caldaie a fuoco totale, caldaie a fuoco superiore, caldaie a fuoco inferiore), caldaie automatiche (impianti a caricamento inferiore, impianti a griglia, impianti con soffiante). Le caldaie a letto fluido

¹⁴ La lolla di riso è il guscio del chicco che viene scartato durante la lavorazione, la paglia, invece, è lo stelo che poi viene tritato e usato come biomassa.

rappresentano la tecnologia più sofisticata e consentono di produrre calore o vapore per la produzione di energia elettrica. Tale tecnologia sta ricevendo notevoli attenzioni in quanto permette il conseguimento di numerosi vantaggi quali la riduzione degli inquinanti e l'elevato rendimento di combustione e potrebbe essere anche economica se la fonte di reperimento della biomassa è vicina all'impianto.

Nel paragrafo successivo si farà riferimento fondamentalmente a impianti di combustione diretta di biomassa per la produzione di elettricità e calore.

Impatto ambientale

Il comparto ambientale su cui, in generale, la generazione energetica da biomassa ha maggiore impatto risulta essere quello atmosferico.

Le emissioni atmosferiche che contribuiscono agli effetti ambientali sono sia quelle fisse relative alla combustione della biomassa (più in generale, produzione di fumi di scarico come output, anche in caso di gassificazione e successiva combustione), che quelle mobili relative alla raccolta ed al trasporto della biomassa all'impianto di utilizzo.

Infatti, si calcola che il trasporto della biomassa per lunghe distanze sia sufficiente a vanificare parte del risparmio delle emissioni conseguito con il non impiego di combustibili fossili.

La combustione della biomassa è uno degli strumenti indicati come favorevoli alla riduzione dell'incremento dell'effetto serra, in quanto il bilancio della CO₂ relativo a tale filiera viene considerato neutro. In realtà, ciò risulta in generale vero nel caso delle colture dedicate e vero qualora vi sia la ricostituzione del quantitativo di risorsa utilizzata nel caso di altre colture. In ogni caso, vanno poi contabilizzate le emissioni di CO₂ eq relative al trasporto ed a tutte le altre attività correlate alla combustione della biomassa.

Gli inquinanti atmosferici derivanti dalla combustione della biomassa vergine sono, essenzialmente, NO_x, CO, particolato, inquinanti acidi e microinquinanti organici e metallici in piccola quantità, dovuti alle sostanze assorbite nel ciclo di vita della pianta e ad impurezze contenute nella fornitura. In generale, se la combustione riguarda la sola biomassa vergine e vi è un buon controllo delle forniture, una gestione ottimale del processo di combustione ed un'efficace filtrazione mediante filtri a maniche (preferibilmente) o elettrofiltri e ad un trattamento deNO_x SNCR consentono il rispetto dei limiti normativi anche più restrittivi (Decreto Ronchi 5/2/97). Come trattamento eventuale può essere considerata l'additivazione di carboni attivi in linea.

Diversamente accade se la biomassa vergine viene integrata con combustibili più ricchi dal punto di vista energetico caratterizzati da una composizione elementare in grado di incrementare di gran lunga la produzione di macroinquinanti acidi (HCl, in particolare) e microinquinanti organici e metallici in sede di combustione. In pratica, è il caso dell'integrazione di legna secca trattata o altri tipi di residui secchi (cdr, ad esempio). In tal caso, la linea fumi va completata con un sistema di trattamento degli inquinanti acidi e va mostrata maggior attenzione al problema dei microinquinanti (carboni attivi in linea, filtrazione a maniche come trattamento di finitura). Inoltre, in tal caso è d'obbligo il rispetto della normativa dei rifiuti (Decreto Ronchi 5/2/97), sia per la gestione della combustione che per il rispetto dei limiti alle emissioni al camino.

Infine, come riflessione generale, è da notare che, qualora la combustione controllata di biomassa vada a sostituire la combustione incontrollata o l'abbandono nei campi (paglia e residui della potatura bruciati sui campi o smaltiti, ad esempio), si ha una considerevole riduzione delle emissioni.

Gli altri output della generazione di energia da biomassa sono scorie e ceneri e gli eventuali effluenti liquidi.

Scorie e ceneri possono trovare metodologie di smaltimento o reimpiego semplici qualora provengano dalla combustione di sola biomassa vergine; mentre, nel caso di integrazione con altri tipi di biomasse trattate, il riferimento è sempre costituito dal Decreto Ronchi 5/2/97.

Il problema degli effluenti idrici non si pone qualora la linea di trattamento fumi sia di tipo "effluent free", ovvero senza sezioni di trattamento (per inquinanti acidi) a umido.

La situazione internazionale

L'utilizzo delle biomasse per energia risulta strategico sia in termini energetici che in termini ambientali, occupazionali e di sviluppo economico di aree rurali.

Ad oggi le biomasse soddisfano il 15% circa degli usi energetici primari nel mondo, con 55 milioni di TJ/anno (1.230 Mtep/anno). L'utilizzo di tale fonte mostra però un forte grado di disomogeneità fra i vari paesi.

Infatti, i Paesi in Via di Sviluppo, nel complesso, ricavano il 38% della propria energia dalle biomasse, con 48 milioni di TJ/anno (1.074 Mtep/anno), ma in molti di essi tale risorsa soddisfa fino al 90% del fabbisogno energetico totale, mediante la combustione di legno, paglia e rifiuti animali.

Nei Paesi Industrializzati, invece, le biomasse contribuiscono appena per il 3% agli usi energetici primari con 7 milioni di TJ/anno (156 Mtep/anno). In particolare, gli USA ricavano il 3,2% della propria energia dalle biomasse, equivalente a 3,2 milioni di TJ/anno (70 Mtep/anno), quasi quanto da fonte nucleare; l'Europa, complessivamente, il 3,5%, corrispondenti a circa 40 Mtep/anno, con punte del 18% in Finlandia, 17% in Svezia, 13% in Austria; l'Italia con il 2% del proprio fabbisogno coperto dalle biomasse, è al di sotto della media europea.

L'Austria appare il paese leader nello sfruttamento bioenergetico del territorio in termini relativi; seguono Danimarca ed Olanda, Paesi caratterizzati, peraltro, da una minor percentuale di superficie boschiva. La Francia risulta essere il Paese a maggior consumo di biomassa; l'energia ricavata viene impiegata soprattutto nel settore domestico.

In Europa, la maggiore diffusione dell'energia da biomassa riguarda i paesi ad alta superficie boscata; altrove, come anche in Italia, si ricorre maggiormente all'uso di biomassa residuale, maggiormente inquinante, e ad altre tipologie.

In Europa, la situazione presente e la tendenza futura di sviluppo della filiera sono connesse con le politiche nazionali sulla bioenergia, che differiscono da paese a paese; solo alcuni paesi hanno programmi a medio – lungo termine, integrati con specifici progetti operativi e meccanismi di incentivazione coerenti. Ad esempio, in Finlandia, Danimarca ed Austria sono stati varati programmi per lo sviluppo e l'uso delle biomasse all'interno di un'ampia politica per la valorizzazione delle risorse rinnovabili. In Grecia, Spagna, Paesi Bassi ed Eire, invece, pur esistendo linee programmatiche per le fonti rinnovabili, mancano strumenti dedicati per la valorizzazione delle biomasse agro – forestali. Il Regno Unito, diversamente, ha varato un ampio programma di produzione energetica da fonti rinnovabile, ove la filiera delle biomasse assume un ruolo marginale. Altri paesi, come Italia e Francia, supportano piuttosto iniziative legate alla produzione di biocombustibili liquidi, altri ancora come la Svezia promuovono attività sperimentali a scala pilota tese ad individuare le potenzialità effettive su scala reale.

In generale si nota che:

- gli usi termici sono presenti ovunque, anche a valle della produzione elettrica;
- i biocombustibili liquidi sono in leggera crescita e appaiono come una valida opzione soprattutto in aree agricole critiche;

- le tecnologie per l'impiego energetico delle biomasse sono decisamente note, diffuse ed assodate.

3.5.2 La situazione in Italia ed in Provincia di Bologna

I dati riportati in tabella (fonte Eurostat) fanno corrispondere all'Italia un totale di 1,9 Mtep di energia, sia elettrica che termica, proveniente da biomassa.

	Energia termica (ktep)	Energia elettrica (ktep)	Totale (ktep)
Italia	1655	242	1897
Europa	31978	7023	39001

Tabella 3.22 Energia termica ed elettrica da biomassa in Italia ed in Europa

Nel quadro europeo dell'utilizzo energetico delle biomasse l'Italia si pone in una condizione di scarso sviluppo, nonostante l'elevato potenziale di cui dispone. Infatti, la disponibilità di biomasse residuali (legno, residui agricoli e dell'industria agroalimentare, rifiuti urbani e dell'industria zootecnica), in Italia, corrisponde ad un ammontare di circa 66 milioni di t di sostanza secca l'anno, equivalente a 27 Mtep. La biomassa vegetale è una fonte di energia poco utilizzata in Italia, dove copre meno dell'1% del fabbisogno energetico (ad esempio, negli USA più del 20% del fabbisogno energetico è ricoperto da energia prodotta da biomassa).

Nonostante l'Italia sia un Paese abbastanza ricco di foreste, le loro caratteristiche energetiche sono scarse ed inoltre solo 1/3 della naturale produttività di queste è attualmente sfruttato. Con un adeguato programma di rimboschimento e mantenimento delle foreste, potrebbero rendersi disponibili nuove biomasse per circa 2 Mtep/anno. Oltre alle foreste esistenti, si potrebbero ottenere nuove superfici boschive convenzionali, sfruttando una parte degli oltre 2.000.000 ha non destinati all'agricoltura perché troppo poco produttivi. Inoltre, potrebbero essere piantati boschi cedui e colture erbacee a precipuo uso energetico, riconvertendo parte dei 250 mila ettari lasciati attualmente incolti nel rispetto delle direttive comunitarie emanate con riferimento al problema delle eccedenze agricole: l'attuale superficie destinata alle colture energetiche, estremamente limitata, dovrebbe essere estesa a 3.500÷5.000 ha di colture legnose a corto ciclo, ma la superficie potenziale è dell'ordine del milione di ha.

Un settore più inserito nel mercato dell'energia è quello del riscaldamento domestico sia di tipo individuale (caldaie a legna, stufe, caminetti) che collettivo (teleriscaldamento). In particolare quello del teleriscaldamento è il settore di mercato più aperto in cui le biomasse possono penetrare più facilmente anche in un futuro più o meno prossimo. Allo stato attuale, il contributo delle biomasse ai consumi energetici finali per usi civili è del 4% con 1,5 Mtep.

Numeri diversi appaiono in altre fonti, come ad esempio il "Libro Bianco per la valorizzazione delle fonti rinnovabili". Le difficoltà di stime concordie avvengono anche perché è molto difficile riuscire a rilevare i dati relativi alle piccole caldaie o stufe per riscaldamento a uso domestico, che impiegano risorse proprie o locali. In base ad un rapporto Euroenergy, che fa riferimento a dati ITABIA, nel 1995 in Italia erano presenti 29 impianti (14 di teleriscaldamento e 15 di generazione elettrica) e 1300 piccole strutture per la generazione di vapore (ad esempio per distillerie).

Da un rapporto ENEL dell'agosto '99, si evince che, fino ai primi anni '90, erano in esercizio in Italia una trentina di impianti di cogenerazione a combustione di biomassa (prevalentemente vinacce, sansa di oliva e pula di riso), la cui potenzialità elettrica complessiva era stimabile intorno

ai 30–40 MW elettrici nominali. Le possibilità offerte dalla legge 10/91 e dai successivi provvedimenti CIP 6, hanno favorito la messa in esercizio e la progettazione di altri impianti per ulteriori decine di MW elettrici. Grazie al CIP 6/92 sono stati accettati 51 impianti per 452 MW complessivi; la domanda totale di cessione ad ENEL si colloca sui 1000 MW di nuova potenza, ma di questi, solo 57 MW (distribuiti su 8 impianti) risultavano in esercizio nel giugno '97.

Secondo quanto riportato nel Libro Bianco lo sviluppo degli impianti a biomassa per la produzione di energia elettrica dovrebbe portare ad una potenza complessiva di oltre 2000 MW elettrici al 2010.

La soluzione impiantistica più consolidata per il recupero elettrico appare quella del ciclo Rankine con forno a griglia, a letto fisso o a letto fluido (fino ad una certa potenzialità), mentre altre soluzioni con gassificatori e cicli Bryton sono ancora in una fase più sperimentale.

Passando poi alla produzione di energia termica, il Libro Bianco riporta uno sviluppo che dagli 1,13 Mtep del 1997 porta ai 2,69 Mtep del 2010. Una quota consistente di tale incremento è prevista per i biocombustibili.

Un valido esempio di impiego della biomassa a scopo termico è rappresentato dai sistemi di teleriscaldamento e cogenerazione alimentati a legna. In tale settore, a livello europeo, le esperienze più virtuose sono quelle austriache e danesi, seguite da quelle relative ad alcune zone alpine italiane. A tal proposito, si veda la tabella seguente:

	Austria	Danimarca	Alto Adige	Piemonte
N° sistemi	360	50	11	30
Potenza totale (MW th)	483	180	45	10

Tabella 3.23 Impianti a biomasse in alcuni paesi europei ed in alcune regioni italiane

All'interno della politica di incentivazione all'utilizzo della filiera proposta nel Libro Bianco sia per il settore elettrico che per quello termico, si collocano diverse iniziative relative a progetti in corso di autorizzazione. In particolare, sono stati proposti impianti per l'installazione di 30–40 MW elettrici in Puglia e 20–30 MW elettrici in Calabria. Una risorsa cui si fa sempre più riferimento per le nuove realizzazioni è la sansa di oliva.

Tuttavia, all'interno della realtà italiana, risulta evidente una grande difficoltà della creazione dei presupposti necessari alla realizzazione di nuovi impianti. Le motivazioni di tale difficoltà sono in gran parte strettamente connesse alla filiera biomasse. Per la messa in esercizio dell'impianto, oltre al processo tecnologico di conversione della biomassa in energia vanno coordinate diverse attività quali: l'identificazione del bacino di approvvigionamento, gli accordi con i fornitori, l'organizzazione del trasporto e dei rifornimenti, lo stoccaggio della biomassa, lo smaltimento delle ceneri, il controllo delle emissioni e la manutenzione dell'impianto stesso. Ciascuno di questi elementi è fondamentale alla realizzazione dell'impianto. In particolare, dato che la biomassa risulta spesso presente sul territorio in forma molto dispersa e non costante nel tempo, si tende a fare riferimento a fonti di diverso tipo in modo tale da avere un rifornimento continuo durante l'anno. A ciò si oppongono, da un lato i conflitti d'uso delle diverse tipologie di biomasse e dall'altro lato le problematiche di impiego, in un medesimo forno di tipologie aventi caratteristiche chimico – fisiche differenti (problemi di alimentazione, fusione delle ceneri, ecc). In alternativa si può pensare di ricorrere a biomassa importata a basso costo. Anche se la competitività economica può essere mantenuta nonostante i costi di trasporto, tale azione risulta comunque essere in contrasto con i

presupposti alla base dello sviluppo della filiera, tesi a promuovere una risorsa energetica locale, a basso impatto ambientale, non in contraddizione con gli obiettivi di Kyoto.

L'economia delle biomasse

Rispetto alla generazione di energia elettrica, si segnala come il costo di investimento specifico sia un parametro di difficile valutazione (soprattutto per la mancanza di un numero sufficiente di applicazioni effettivamente in esercizio in Italia) e fortemente variabile a seconda della potenzialità e della tipologia dell'impianto; un intervallo di riferimento potrebbe essere quello compreso tra 2,5 e 7,5 MLire/kW. Indicativamente, l'estremo superiore è quello che caratterizza gli impianti a ciclo combinato a partire da gassificazione della biomassa e gli impianti sperimentali di tipo pilota, mentre l'estremo inferiore può essere riferito ad impianti molto semplici a ciclo Rankine e di taglia medio-grande (15–25 MW).

Uno studio ISES sulla centrale IGCC in corso di realizzazione a Cascina (Pisa), riferisce un costo di 6 miliardi/MW elettrico installato, per un impianto IGCC di taglia medio-grande (10 MW da ciclo Bryton + 5 da ciclo Rankine combinato) e 2–3 miliardi/MW elettrico installato per un impianto di analoga taglia a vapore (solo ciclo Rankine).

In termini di costo energetico specifico, i valori si collocano tra le 150 e le 250 Lire/kWh, a volte con costi unitari minori relativi agli impianti con gassificazione e ciclo Bryton.

Un interessante tecnologia rispetto alla produzione di calore è rappresentata dal teleriscaldamento, eventualmente associato a piccoli sistemi cogenerativi. A titolo esemplificativo, si può fare riferimento ai dati riguardanti:

- la realizzazione della rete di teleriscaldamento a legna a Cavalese (circa 18 MW termici, per un totale di circa 300 utenze termiche allacciate e 18 km circa di lunghezza della rete; 300 KW installati di potenza elettrica da cogenerazione);
- la realizzazione della rete di teleriscaldamento a legna a Dobbiaco (circa 14 MW termici, per un totale di circa 300 utenze termiche allacciate e 14 km circa di lunghezza della rete);
- l'ipotetica realizzazione di una rete di teleriscaldamento con sistema ORC di cogenerazione di 4-5 MW termici e 400 kW elettrici cogenerati.

Tali dati portano a valutare un costo di investimento dell'impianto pari a circa 1,3 miliardi per MW termico ed un costo di investimento della rete pari a circa 0,8 miliardi per MW termico; il costo di investimento dell'impianto va poi maggiorato di circa il 50–60% se sono presenti sistemi di tipo cogenerativo. I dati variano, ovviamente in funzione di un effetto di scala qui non analizzato.

La generazione termica appare più remunerativa della generazione elettrica: una stima molto approssimata indica che il costo di un MW elettrico è circa doppio di quello di un MW termico. Per una comparazione più coerente, ovviamente, andrebbero valutati i problemi connessi alle tipologie di biomasse utilizzabili, al numero di ore annue di funzionamento dell'impianto, degli effetti di scala, della taglia ottimale, ecc.

Alla luce di tali considerazioni, la cogenerazione di elettricità e calore, in particolare se su piccola scala, si presta ad essere un valido strumento al fine di rendere competitiva la filiera biomasse. Infatti, risulta essere sicuramente più remunerativa dei progetti di sola generazione elettrica, che richiedono enormi consumi di biomassa con rendimenti complessivi inferiori e investimenti importanti non supportati da una adeguata politica di incentivazione: a titolo d'esempio, si può assumere che, una volta cessato il diritto ai certificati verdi, il costo della sola biomassa (si ipotizza un costo medio indicativo pari a 25 Lire/kWh, tipico del mercato del legno sminuzzato secco, ed un rendimento elettrico del 25 - 30%) possa essere superiore da solo al "valore" dell'energia elettrica (80 Lire/kWh).

Nell'analisi economica della filiera, vanno considerati, oltre ai costi di investimento per la realizzazione dell'impianto, importanti costi di esercizio, quali:

- il costo del combustibile, variabile in funzione delle condizioni del mercato, a loro volta dipendenti da direttive normative, e della tipologia del combustibile. Il costo di 1 kg di biomassa varia in un intervallo compreso tra le 30 e le 200¹⁵ Lire; ad esempio, per cimali e ramaglie di bosco si può ipotizzare un costo di 50 Lire/kg, per la sansa dell'industria olearia si può ipotizzare un costo di 60 Lire/kg, mentre per le colture dedicate SRF (pioppo, robinia, ecc.) o erbacee (canna comune, miscanto, ecc.) il costo è nettamente superiore;
- il costo specifico relativo al trasporto, espresso in Lire/(kg*km), variabile da un minimo di 0,5 ad un massimo di 1.

In relazione al trasporto, si riporta la tabella 3.24, ove compaiono le voci:

- numero di km relativi a diverse ipotesi di costo specifico del combustibile, a parità di costo totale (Confronto 1);
- numero di km relativi all'ipotesi di composizione del costo totale a partire da costi medio-alti di trasporto e combustibile (Confronto 2);
- valori di costo del combustibile e costo totale in corrispondenza di una situazione estrema di km percorsi (Confronto 3).

Come è evidente, la variabile trasporto assume fondamentale importanza nella valutazione della sostenibilità economica di un impianto a biomassa (la stima del suo estremo superiore è sicuramente inferiore ai 200 km, anche nell'ipotesi di partire da un costo molto basso del combustibile, se si desidera ottenere un costo totale competitivo).

Il problema del trasporto e dell'accumulo può essere, almeno teoricamente, risolto mediante due strategie:

- collocare la centrale in siti in cui la biomassa è disponibile¹⁶ (zone agricole dedicate, ad esempio),
- organizzare un preciso e cautelativo programma di fornitura con aziende esterne.

Lire/kg/km	Lire/kg	tot Lire/kg	km
Confronto 1			
0,5	40	100	120
0,5	60	100	80
0,8	80	100	25
1	70	100	30
Confronto 2			
0,8	80	130	63
Confronto 3			
0,5	40	120	180

Tabella 3.24 Il costo dei trasporti in una centrale a biomassa

¹⁵ Se ci si riferisce a biomassa proveniente da colture intese come alternative produttive per l'agricoltura, in assenza di sovvenzioni, il costo può ulteriormente aumentare.

¹⁶ Il limite di tale strategia sta nel fatto che già per un impianto di 10 MW sono necessarie decine di migliaia di ettari di territorio.

3.5.3 Il potenziale in Provincia di Bologna

Scopo dello studio che verrà esposto di seguito, è quello di stimare il potenziale energetico teorico ricavabile dalla biomassa animale e vegetale presente sul territorio provinciale e di elaborare, dove possibile sulla base di opportune politiche di gestione, scenari di sviluppo ed incremento a breve e medio termine (2010).

La biomassa di origine vegetale utile ai fini della combustione diretta per la produzione di energia elettrica o calore considerata in questa analisi comprende due filiere di produzione:

- Biomasse provenienti dalla gestione delle aree boscate;
- Biomasse originate dalle attività di coltivazione normalmente definite come “residui agricoli” e dalle attività zootecniche.

Residui zootecnici

In generale, per il calcolo della potenzialità energetica proveniente da reflui di origine zootecnica, è necessario avere a disposizione una serie di dati suddivisi per tipologia di fonte energetica che, rapportati alle situazioni locali, consentano un calcolo attendibile della quantità di energia teoricamente disponibile sul territorio in esame.

Prima di considerare il territorio, sia a scala comunale che a scala provinciale, si procede ad una analisi puntuale della correlazione tra biomassa, combustibile equivalente ed energia equivalente disponibile.

Per i liquami di origine animale si può fare riferimento ai seguenti dati:

- per ogni kg di sostanza organica si sviluppa all'incirca 1 mc di biogas con Potere Calorifico Inferiore (PCI) di 25.000kJ/mc (Renato Vismara, “Depurazione biologica”, Hoepli, 1988). Questo dato è in accordo con i 0,17mc/g di biogas per ogni 100kg di suino, facendo riferimento al peso medio del suino di 100kg/capo (Bianucci, Ribaldone Bianucci, “Il Trattamento delle acque residue industriali ed agricole” Hoepli, 1992); il rendimento dell'intero processo è di circa il 50%.

Utilizzando i dati sugli abitanti equivalenti per i vari tipi di allevamento, si può desumere la tabella seguente, che sintetizza la correlazione tra liquami animali, prodotti energetici ed energia.

Origine Materiale	Abitanti Equivalenti	biogas mc/giorno*1000 capi	kJ/giorno combustibile	kW elettrici (40% rend.)
Uomo	1	63	1575000	7
Bovini	16,4	1033	25830000	120
Avicoli	0,014	1	22050	0,1
Ovini	2,45	154	3858750	18
Suini	3	189	4725000	22

Tabella 3.25 Liquami di origine animale per la produzione di energia

La tipologia zootecnica nettamente più redditizia da un punto di vista energetico è quella bovina (con 25.830.000 kJ/g per capo), seguita da quella suina (con 4.725.000 kJ/g per capo).

Il potenziale energetico teorico totale, disponibile a livello provinciale, è quantitativamente non particolarmente rilevante e valutabile in 510.205 GJ/a. La ripartizione dello stesso a livello territoriale è riportata nella TAV.82 Il 75% circa di tale potenziale deriva dal contributo della produzione bovina, il 21% di quella suina, il 3,5% di quella ovina; decisamente non significativo il contributo della produzione avicola, che è stato per questo, in questa fase, trascurato.

	Capi	GJ/a	%
Bovini	40.686	268.510	75.2
Suini	63.014	76.073	21.3
Ovini	12.740	12.561	3.5
TOTALE	116.440	357.144	

Tabella 3.26 Potenziale energetico per tipologia di capo di bestiame

Per avere un'idea delle reali quantità in gioco, nella tabella a seguire vengono riassunte alcune indicazioni sulla potenzialità teorica di sfruttamento di tale potenziale per produzione di sola energia elettrica, solo energia termica, o in sistemi di cogenerazione.

GWh	99
Gwhe (rend. 25%)	25
GWht (rend. 90% - combustione)	90
Cogenerazione	
<i>Gwhe (rend. 20%)</i>	20
<i>GWht (rend. 40%)</i>	40

Tabella 3.27 Potenziale energetico dei liquami di origine animale

Le aree a più alto potenziale comprendono molti dei comuni dell'area pianeggiante e collinare della provincia; particolare importanza rivestono la zona dell'Imolese e di Crevalcore e S.Giovanni in Persiceto. Queste aree sono infatti caratterizzate da una significativa attività zootecnica; in esse si concentra il maggior numero di capi bovini e suini allevati in tutta la Provincia.

Imola è il comune con la potenzialità energetica più elevata: 28.700 GJ pari all'8% del totale, seguito da Castel S. Pietro con circa 21.700 GJ e Dozza 19.000 GJ.

Il contributo della produzione bovina è decisamente il più rilevante nella maggior parte dei comuni della provincia: esso fornisce più dell'65% del potenziale teorico complessivo in ben 55 comuni su un totale di 60. Il contributo della produzione suina, infine, non rilevante nell'80% della provincia, si concentra in pochi comuni dell'area di pianura, in particolare a Dozza (85%), Imola e Crevalcore.

Una volta stimato il potenziale teoricamente disponibile, si tratterà di valutare dove sia possibile e conveniente lo sfruttamento del biogas sulla base della tecnologia disponibile, della struttura economica, dei vincoli territoriali e sociali dell'area in esame.

I costi di produzione energetica di un impianto a digestione anaerobica a reflui zootecnici sono difficili da determinare. Questo perché molte delle tecnologie disponibili sono ancora nuove, per cui è commercialmente difficile disporre di cifre di riferimento. D'altra parte è vero che se tali tecnologie non si diffondono, anche commercialmente, difficilmente si potrà incentivare la ricerca nel settore.

In generale, per la digestione anaerobica di reflui d'allevamento, la complessità delle trasformazioni richieste per avere un prodotto di buona qualità a costi contenuti, porta a impianti di potenzialità tali da assorbire la produzione di reflui di *10.000 capi suini* o equivalenti (vale a dire circa *1.800 bovini adulti* o circa *12.000 ovini* o addirittura *2.000.000 di polli*), e questo può corrispondere alla produzione di zone territoriali anche molto vaste, comprendenti molti allevamenti.

In aggiunta, la sostituzione di capi adulti, venduti, con animali più piccoli, soprattutto in inverno, provoca la riduzione dell'afflusso totale di liquami ed una conseguente diminuzione della quantità di gas producibile. La possibilità di mantenere un livello di produzione costante può diventare un fattore fortemente limitante per lo sviluppo di tali impianti, soprattutto da un punto di vista

economico. Inoltre, se l'impianto è di piccola taglia, la convenienza si riduce ulteriormente, poiché si renderebbero necessarie operazioni di sovrastoccaggio di substrato o di biogas, che oltre ad essere costose, sono dannose per quanto riguarda la qualità del substrato a causa delle perdite di materia organica.

Soluzioni interessanti, anche a questo proposito, si stanno sviluppando e sono tuttora in corso di studio e sperimentazione, soprattutto in Danimarca e Italia: si tratta delle cosiddette "biometanizzazioni collettive". Esse raccolgono i reflui di allevamenti prodotti da più aziende presenti su uno stesso territorio, purché la loro densità sia sufficientemente elevata. La biometanizzazione avviene in un digestore centralizzato e la sostanza digerita viene redistribuita alle aziende come concime per l'agricoltura. A seconda dei casi, la raccolta avviene attraverso una rete di tubazioni o con cisterne trattate. Ad integrazione, vengono spesso utilizzati altri reflui organici, in particolare la parte organica dei rifiuti urbani, i fanghi delle stazioni di depurazione e i reflui dell'industria agro-alimentare. Il biogas prodotto viene in genere utilizzato in cogeneratori, assicurando così la valorizzazione del calore che viene in parte recuperato per mantenere il processo di metanizzazione. Questo nuovo approccio permette di migliorare la concentrazione della materia organica per l'alimentazione del digestore e consente una produzione maggiore di biogas.

Uno dei principali inconvenienti delle biometanizzazioni collettive risiede essenzialmente nei costi di trasporto. Inoltre, dato che la produzione di biogas da digestione anaerobica è in ogni caso troppo piccola, sarebbe opportuno prevederne un *uso locale*, per evitare costi aggiuntivi dovuti al trasporto.

In generale inoltre, le varie esperienze sviluppate in questo campo, hanno evidenziato come la convenienza economica di un progetto di questo tipo possa dipendere fortemente anche dalla sua integrazione nell'intero sistema di trattamento dei reflui e/o scarti di allevamento, in cui il substrato utilizzato e i vari prodotti del processo, tutti giocano un ruolo.

In Provincia di Bologna sono presenti 6.609 aziende zootecniche: di queste il 20% circa hanno allevamenti di bovini, il 13,5% di suini e il 9% circa di ovini.

Per quanto riguarda la tecnologia, la potenzialità di tale patrimonio zootecnico è complessivamente di 300.000 suini equivalenti e risiede principalmente nella produzione bovina: il processo di fermentazione anaerobica per produrre biogas potrebbe essere utilizzato già con solo la trentesima parte di questa produzione.

La struttura e l'organizzazione dell'industria zootecnica a livello comunale e anche su scala più ampia può diventare un fattore di fondamentale importanza per valutare la realizzabilità di impianti di biometanizzazione.

In particolare si dovranno tenere presenti i seguenti fattori:

□ *Livello di produzione e tipologia*

Di primario interesse sono i comuni che praticano zootecnia intensiva, soprattutto se bovina, che quindi possono contare su un elevato numero di capi di allevamento (ricordiamo il valore soglia di 10.000 suini equivalenti). La produzione zootecnica a livello di singoli comuni non risulta nel complesso particolarmente significativa, fatta eccezione per una decina di comuni situati prevalentemente nella zona di pianura, in cui il numero totale di capi (tra bovini, suini e ovini) supera nel complesso le 3.000 unità (TAV.83-84). Di particolare rilievo le produzioni di Imola (con poco meno di 19.000 capi), Dozza (14.000 capi) e Crevalcore (circa 8.000).

- *Tipologia degli allevamenti presenti sul territorio comunale*

L'allevamento in stalle, tipico delle aree pianeggianti, riveste sicuramente un maggiore interesse rispetto all'allevamento a pascolo, tipico delle zone montane. Quest'ultimo infatti, indipendentemente dalle dimensioni degli allevamenti, non permetterebbe, proprio per le sue caratteristiche intrinseche, la raccolta sistematica e continua dei liquami.

Come abbiamo già avuto modo di evidenziare, i comuni con il potenziale teorico più rilevante sono concentrati proprio nelle zone di pianura e collina della parte settentrionale della provincia.
- *Numero e dimensioni (capi/allevamento) degli allevamenti*

La presenza di grossi allevamenti (elevato numero di capi – cosiddetta produzione concentrata o intensiva) è una condizione essenziale, dal punto di vista tecnologico, per la realizzazione di impianti di biometanizzazione, soprattutto quando la produzione zootecnica della zona non è rilevante. In tali casi, infatti, l'impianto sarebbe di piccole dimensioni e la presenza di molti allevamenti di modeste dimensioni costringerebbe ad una raccolta troppo capillare di piccole quantità di liquami, economicamente non conveniente.

Una produzione concentrata su un numero elevato di aziende può essere, invece, condizione favorevole alla creazione di un impianto di grosse dimensioni.

Dall'analisi delle attività zootecniche in provincia, emerge chiaramente una prevalenza della tipologia di allevamento di piccole/medie dimensioni: la produzione è cioè dispersa sul territorio in numerosi allevamenti di piccole dimensioni (TAV.85-86).

A questo proposito vale la pena ricordare che, la rilevante riduzione del numero complessivo di capi allevati in provincia (-32% rispetto al patrimonio esistente nel 1970) ha portato ad una ristrutturazione complessiva di tutto il comparto zootecnico ed in particolare ad una "concentrazione" relativa degli allevamenti, aspetto questo positivo, almeno in parte, per quanto riguarda un eventuale sfruttamento a fini energetici dei reflui d'allevamento. La stalla media supera i 30 capi/azienda, contro gli 11 del 1970.

L'allevamento di suini, in particolare, ha conosciuto una forte contrazione: da 157.000 capi a circa 63.000 nel 2.000 fortemente concentrati in poco meno di 900 aziende operanti.
- *Densità territoriale degli allevamenti*

Un'elevata densità territoriale, permettendo lo sviluppo di efficienti reti di raccolta, può facilitare il collegamento fra più allevamenti, l'integrazione delle produzioni di più comuni e può creare, quindi, le condizioni più favorevoli per lo sfruttamento energetico di tale biomassa e la realizzazione eventualmente di impianti di grosse dimensioni (biometanizzazione collettiva) con ritorni economici non trascurabili (TAV.87).
- *Filiere agro-alimentari*

Da considerare con interesse sono le zone con una consistente presenza di industrie agroalimentari, in forte interazione con l'industria zootecnica locale (ad es. industrie casearie). Esisterebbe, infatti, la possibilità di sfruttare i reflui di tali aziende ad integrazione di quelli zootecnici, sopperendo così in parte ai cali di produzione stagionali.

Dall'analisi della distribuzione territoriale dell'industria agroalimentare in termini di addetti ed unità locali, si può notare che una significativa presenza del settore caratterizza anche alcuni dei comuni in cui si è stimata una potenzialità energetica significativa.

Da quanto analizzato sino ad ora e sulla base delle considerazioni fatte, è risultato che nel complesso non esistono consistenti possibilità di sfruttamento a fini energetici del patrimonio

zootecnico provinciale. Esistono infatti, diversi fattori di diversa natura che possono limitare la sfruttabilità del potenziale energetico disponibile, nella maggior parte del territorio:

- ❑ una produzione zootecnica complessivamente non elevata;
- ❑ la tipicità strutturale degli allevamenti;
- ❑ la predominanza dell'allevamento a pascolo nelle aree montane e in parte collinari.

ai quali vanno aggiunte altre considerazioni, riguardanti:

- ❑ la metanizzazione già avanzata di tutto il territorio;
- ❑ l'eventuale significativa disponibilità sul territorio di altre tipologie di biomassa, quali i residui delle coltivazioni agricole nelle aree di pianura e i residui forestali nelle aree montane.

Riteniamo comunque che esistano alcune realtà territoriali nelle quali la possibilità di valorizzazione per fini energetici della biometanizzazione di reflui zootecnici meriti di essere sottoposta ad approfondimenti e valutazioni più dettagliate. Ci riferiamo in particolare ad alcuni comuni della Pianura sinistra del Reno (Crespellano, S.Giovanni in Persiceto, Anzola, Crevalcore e S.Agata), della Pianura dell'Idice e Santerno e delle colline del Sillaro-Santerno (in particolare, ai comuni di Imola, Dozza, S.Pietro Terme, Budrio, Casalfiumanese, Medicina).

La tipicità dell'industria zootecnica di tali zone, la consistenza del potenziale teorico disponibile, nonché la consistenza dei consumi energetici locali, porterebbero ad escludere progetti di impianti di grosse dimensioni o di "biometanizzazioni collettive". Lo stato attuale delle cose, tra cui l'alto grado di metanizzazione, è più favorevole alla realizzazione di impianti di piccole-medie dimensioni, funzionanti in cogenerazione, in grado di autosostenersi energeticamente e soddisfare eventualmente i fabbisogni delle aziende coinvolte. In questi casi si tratterebbe di coprire il fabbisogno energetico medio giornaliero ai minimi costi. Il digestore dovrà essere dimensionato in funzione dei bisogni e non delle quantità di substrato effettivamente disponibile; sarà quindi opportuno metanizzare solo la frazione di substrato necessaria alla produzione di energia richiesta.

Chiaramente le analisi e le considerazioni esposte hanno un carattere generale ed essenzialmente qualitativo. Riteniamo comunque che possano esistere margini significativi per approfondimenti più dettagliati dell'argomento per le quali si renderebbe però necessario sviluppare indagini puntuali sul territorio.

Biomassa legnosa

Le foreste, o più comunemente i boschi, sono definibili come associazioni vegetali spontanee o di impianto artificiale, costituite da elementi di specie arboree, associate a vegetazione arbustiva o erbacea.

Ai boschi sono tradizionalmente attribuite tre funzioni principali: la prima di carattere produttivo - economica finalizzata al soddisfacimento della domanda di legname da opera, legna da ardere e frutti, una seconda di carattere protettivo del territorio inerente la regimazione delle acque e quindi la difesa dal dissesto idrogeologico e una terza infine di carattere ricreativo e turistico. Nel corso dei secoli l'importanza relativa di queste funzioni ha assunto rilievo diverso. In ampie regioni del territorio italiano, ad esempio, il bosco è stato in grado di coprire fino al secolo scorso gran parte della domanda alimentare delle zone di montagna (si pensi alla diffusa coltivazione del castagno) e alle necessità di disporre di adeguate disponibilità di legna da ardere per l'inverno. Quest'ultimo

tipo di produzione ha inoltre costituito per molto tempo una delle principali voci del commercio con le zone di pianura.

La funzione protettiva del bosco ha rappresentato per lungo tempo un elemento intrinseco della selvicoltura e l'insieme delle opere attinenti la protezione dei versanti dai fenomeni erosivi (in particolare di quelle di carattere più estensivo) si è sempre sviluppato nel solco delle scelte della gestione e coltivazione razionale del bosco.

La terza funzione menzionata in precedenza, di natura turistico-ricreativa, ha assunto solo nell'ultimo secolo una sua più precisa visibilità anche se il mantenimento di forme di gestione tradizionale e ben definite modalità di trattamento che si sono perpetuate nel tempo costituiscono elementi che hanno garantito continuità del paesaggio nel tempo.

Dagli anni '80 l'importanza relativa attribuita alle funzioni tradizionalmente individuate nei boschi e la loro percezione nel pubblica e nell'amministrazione si sono modificate sotto la spinta di alcuni fatti principali: lo spopolamento della montagna ha drasticamente ridotto l'importanza economica delle produzioni del bosco venendo meno lo sbocco storico dei diversi prodotti, l'individuazione della montagna quale ambiente caratterizzato dal persistere di importanti elementi di naturalità e di risorse di cui garantire la protezione, la necessità di sviluppare le capacità di protezione del suolo (anche a fronte di eventi alluvionali particolarmente gravi), la crescita dell'importanza del settore turistico e delle attività ad esso collegate nella montagna appenninica.

Il programma di sviluppo del settore forestale della Regione Emilia Romagna 1989-96 individua nel bosco la capacità di assolvere contemporaneamente a molte funzioni:

- funzione ecologico-ambientale: mirante alla protezione del suolo, alla prevenzione del dissesto e dell'erosione idrica, alla regimazione delle acque, alla regolazione climatica, alla conservazione della qualità dell'aria e dell'acqua;
- funzione economico-produttiva: con lo scopo principale di produrre biomassa legnosa (legna da ardere e legname da opera), prodotti spontanei del sottobosco, attività turistiche.

I dati relativi all'estensione e alle caratteristiche generali dei boschi del territorio provinciale che verranno utilizzati nel seguito, sono stati desunti dall'Inventario Forestale Regionale e dell'analisi effettuata dalla Regione Emilia-Romagna su informazioni satellitari interpretate secondo i tipi d'uso del suolo Corine Land-Cover (anno 1994).

Per quanto riguarda la Provincia di Bologna, le aree forestali, secondo i dati di cui sopra, ammontano complessivamente a 87.000 ha (pari ad un indice di boscosità medio del 23% circa), di cui 70.283 ha di bosco e 16.717 ha di arbusteti. Più del 90% della superficie provinciale forestata è compresa nel territorio delle quattro comunità montane, come evidenziato nella tabella seguente (TAV.88-89).

	Arree boscate (ha)	%	Territorio (ha)
Valle del Samoggia	5.500	27	20.133
Alta e Media Valle del Reno	38.000	62	61.880
Valli del Savena e Idice	30.000	49	60.703
Valle del Santerno	7.500	37	20.028
Pianura – prima collina	6.000	3	207.309
TOTALE	87.000		370.053

Tabella 3.28 Aree forestali in Provincia di Bologna

La copertura boschiva dei territori delle Comunità Montane, interessa una superficie complessiva di 81.000 ha, con un indice di boscosità media pari al 43,8% circa.

Gli indici di boscosità maggiori si riscontrano nei territori delle comunità montane Alta e Media Valle del Reno e Valli del Savena e Idice, dove la presenza di rilievi di una certa altitudine e una morfologia più aspra, hanno determinato condizioni favorevoli alle colture forestali.

I territori delle altre Comunità Montane presentano, invece, indici minori, a causa principalmente di una morfologia del territorio più morbida che ha favorito una utilizzazione del suolo da parte dell'agricoltura.

Per quanto riguarda le Comunità Montane si sta assistendo ad un aumento progressivo e costante delle aree forestali, dovuto sia all'abbandono dell'agricoltura, sia ad interventi regionali di forestazione.

La forma di governo del bosco più diffusa in Provincia è costituita dal bosco ceduo. Nell'Appennino il ceduo ha rappresentato per secoli il sistema più funzionale per la produzione di legna da ardere e materiale destinato all'agricoltura (paleria e altro). Il venir meno di gran parte della domanda di questi prodotti ha sollevato importanti quesiti circa la necessità di individuare criteri di gestione più coerenti con le funzioni attuali del bosco.

Già oggi è possibile osservare, nelle estese zone a ceduo la cui coltivazione è stata abbandonata, una serie di situazioni assai articolate che vanno da forme di degrado più o meno rilevante (eccessiva densità, scarsa qualità dei fusti, sviluppo di infestanti) a condizioni che già denotano un lento passaggio verso quelle che possono essere considerate fustaie di transizione. Il comune denominatore è dato comunque dalla sostanziale assenza di interventi colturali e da un progressivo invecchiamento dei soprassuoli.

Le tendenze colturali in atto nei cedui possono essere così sintetizzate:

- modesta ma progressiva ripresa delle utilizzazioni per legna da ardere nei cedui privati e di quelli comunali sottoposti ad uso civico nelle aree ben servite da strade e piste e/o prossime ai centri abitati;
- ulteriore invecchiamento di quella parte dei cedui privati e delle maggioranze dei boschi cedui pubblici che sono situati in zone poco accessibili o comunque a macchiatico negativo per scarsa provvigione, materiale di piccole dimensioni, prevalenza di specie arbustive, ecc.
- rilascio al momento della ceduzione di un numero di matricine elevato, spesso superiore alle stesse prescrizioni di massima, senza tuttavia procedere ad una chiara scelta verso la conversione all'alto fusto.

Nelle aree forestali che ricadono sotto la definizione di arbusteti vi sono formazioni originate dallo spontaneo sviluppo di specie arboree e arbustive nei terreni agricoli e pascolavi abbandonati soprattutto in montagna e collina. In queste aree le attuali condizioni non consentono utilizzi produttivi, ma preludono ad un arricchimento delle disponibilità di soprassuoli arborei. Anche i boschetti e le cenosi di ripa, presenti come forme di rinaturalizzazione delle aree situate lungo i corsi d'acqua, rivestono una consistente importanza ambientale.

Rispetto alla pendenza del terreno, le foreste di rinvergono per il 20% su terreni a scarsa pendenza, per il 35% su pendenze moderate, per il 26% su pendenze discrete, per il 13% su pendenze elevate e per il 6% su pendenze molto elevate.

La collocazione più tipica delle foreste è quella di versante. Le foreste di conca o di depressione sono molto scarse, così come quelle situate nei fondovalle, essendo questi ultimi ancora in parte coltivati.

In base alle caratteristiche territoriali di pendenze ed accidentalità, si stima che il 48% delle foreste collinari e montane abbiano attitudini anche produttive, possano cioè potenzialmente essere soggette a sistemi colturali finalizzati alla produzione legnosa.

Nei confronti del tipo di proprietà, sul totale dei boschi esistenti si rileva che l'3,5% appartiene alla Regione o allo Stato, il 3% ai Comuni, un 11% a proprietà collettive o altri Enti e ben l'82% a proprietari privati.

Mentre nella proprietà pubblica la gestione è improntata alla progressiva trasformazione dei boschi cedui in fustaie transitorie e quindi in fustaie definitive, in quella privata prevale il governo a ceduo. Il grado di frammentazione delle proprietà private è elevatissimo e solo in pochi casi sono stati costituiti Consorzi Forestali atti ad una gestione più efficace del patrimonio boschivo.

Quasi tutti i boschi privati costituiscono una parte dei terreni di aziende di tipo montano a conduzione prevalentemente agricola e pastorale. Per queste aziende il bosco costituisce ancora solamente una fonte di integrazione al reddito.

Nel complesso nelle quattro Comunità Montane il governo a ceduo prevale nettamente su quello a fustaia, con percentuali che vanno dall'80 al 90% dei boschi.

	cedui %	fustaie %
Valle del Samoggia	80	20
Alta e Media Valle del Reno	82	18
Valli del Savena e Idice	88	12
Valle del Santerno	89	11

Tabella 3.29 Percentuale di cedui e fustaie in Provincia di Bologna

Come è noto, i cedui forniscono legna da energia, mentre le fustaie essenzialmente legna da opera, fatta eccezione per i sottoprodotti del taglio (principalmente ramaglie) che possono costituire circa il 20% della loro massa volumica complessiva. Di fatto per quanto riguarda le fustaie, e in particolare quelle di origine artificiale, la possibilità che esse forniscano effettivamente materiale di interesse per l'industria del legno dipende in larga parte dalle modalità con cui è stato realizzato l'impianto (scelta delle specie, sesto d'impianto, ecc.) e dalle cure colturali ricevute. Queste ultime sono risultate spesso scarse o assenti compromettendo in gran parte gli obiettivi dell'intervento.

Nell'ambito dei soli cedui, la frazione di popolamenti invecchiati è piuttosto consistente nelle prime tre Comunità montane, nelle quali il 36-38% di tutti i cedui risulta invecchiato, cioè non più sottoposto a tagli e quindi, almeno in parte, abbandonato.

Nella Comunità Valle del Santerno, invece, il peso dei cedui invecchiati nel complesso è limitato al 12% circa; i boschi appaiono per lo più ancora regolarmente utilizzati per legna da ardere.

Per quanto riguarda il territorio di pianura e prima collina, il quadro delle superfici forestali vede:

- circa 2.400 ha di bosco, prevalentemente a ceduo;
- circa 2.600 ha di altre aree forestali caratterizzate principalmente da arbusteti e cenosi di ripa a pioppo e salice;
- circa 1.000 ha di colture arboree specializzate, come pioppeti e giovani impianti arborei non fruttiferi.

In Provincia di Bologna, boschi a ceduo si è stimato sono in grado di fornire ad oggi, circa 58.592 m³ di legna per combustibile, il che corrisponde ad un fattore di utilizzo di 1,024 m³/ha. La massa volumica totale risultante è pari a 52.732 ton.

A partire da questo dato si è potuto valutare il potenziale energetico teorico attualmente disponibile; assumendo un'umidità del 40% e quindi un potere calorifico della legna di 9.440 kJ/kg si ottengono 497.795 GJ di energia primaria (138 GWh). La ripartizione territoriale di tale potenziale energetico teorico è riportata nella TAV.90.

Più del 96% del potenziale energetico complessivo è concentrato nelle quattro Comunità Montane della Provincia.

Non è stato possibile invece determinare, quanto di tale potenziale viene effettivamente utilizzato per scopi energetici e quanto della produzione di legna per combustibile venga invece eventualmente destinata all'esportazione.

Per quanto riguarda la Provincia di Bologna, l'ipotesi che verrà affrontata per il medio periodo riguarderà essenzialmente la possibilità di incrementare la disponibilità di tale fonte energetica nelle aree già caratterizzate dallo sfruttamento forestale.

Come già ampiamente anticipato precedentemente, i parametri medi dei boschi dell'Emilia Romagna e della provincia di Bologna in particolare, rivelano un quadro generale abbastanza alterato e in netto squilibrio. Cicli bruscamente interrotti, strutture monotone, povertà biologica, mancanza di piante vecchie, banalizzazioni ambinetali, tutto in gran parte riconducibile alla coltivazione a ceduo, denunciano una compagine boschiva esposta alle avversità e poco efficiente sotto il profilo multifunzionale.

In termini generali e a parità di alcune condizioni, vale la pena ricordare che il governo a ceduo tende a semplificare la struttura e la composizione specifica, utilizza a ciclo breve tutta o quasi la biomassa legnosa prodotta, tende a scoprire periodicamente e pericolosamente il terreno, dà origine a prodotti legnosi destinati alla combustione, e a restituire cioè interamente all'atmosfera tutto il contenuto di CO₂ fissato nella biomassa legnosa.

In pratica un ritorno acritico alla forma di governo a ceduo in modo generalizzato su ampi territori di montagna avrebbe il solo privilegio di sostituire i combustibili fossili con biomasse rinnovabili ma comporterebbe molti aspetti negativi di ordine ambientale, idrogeologico, paesaggistico e naturalistico.

Il metodo più diffuso per la conversione all'alto fusto consiste nell'invecchiamento progressivo del soprassuolo (metodo indiretto) al fine di attenuare la capacità pollonifera delle ceppaie. Raggiunto tale stadio si effettuano, in fasi successive, i tagli di preparazione e rinnovazione. Il metodo diretto prevede invece un periodo più lungo per la conversione rilasciando al momento delle utilizzazioni un numero elevato di piante da seme e polloni fino a far assomigliare il soprassuolo ad una giovane fustaia che viene quindi lasciata invecchiare fino ai successivi tagli di rinnovazione.

Sul tema della conversione all'alto fusto dei cedui va ricordato che sussiste un ampio dibattito proprio per definire, criteri operativi efficaci. Non va taciuto il fatto che esistano posizioni favorevoli a far sì che l'evoluzione verso l'alto fusto avvenga naturalmente per invecchiamento e progressiva selezione naturale degli individui arborei.

Tra i cedui invecchiati, in particolare di faggio, il passaggio all'alto fusto avviene sia per una naturale tendenza anche se in modo lento e, in parte casuale, ma sempre più frequentemente perché favorito e guidato da interventi selvicolturali mirati, attuati finora nelle proprietà pubbliche e solo marginalmente in quelle private. Negli ultimi 20 anni gli interventi di conversione dei cedui verso l'alto fusto ha riguardato a livello regionale una superficie media inferiore a 1000 ha. Si tratta

quindi di superfici ancora assai limitate anche se importanti per individuare modelli e criteri di conversione che, se soddisfacenti, possano in seguito essere progressivamente estesi su più ampie superfici.

Vengono espone di seguito, alcune ipotesi, del tutto preliminari, relative alla quantificazione del materiale disponibile ad uso energetico a seguito di interventi di avviamento all'alto fusto dei cedui. Va segnalato che già in passato erano state effettuate stime a livello nazionale con questi obiettivi da parte dell'Accademia di Scienze Forestali (1979) e da Federlegno (1997) che avevano ipotizzato interventi, rispettivamente di 20.000 e 200.000 ha/anno.

Per quanto riguarda l'ammontare di materiale legnoso disponibile con i tagli di avviamento all'alto fusto dei boschi cedui, questo dipende da diversi parametri tra cui le specie presenti, il livello di invecchiamento del ceduo, la fertilità del sito, gli interventi subiti nel passato dal soprassuolo. Si stima comunque che esso possa variare tra i 150 (cedui di carpini e misti) e i 400q.li/ha (cedui di faggio in condizioni ottimali). In assenza di informazioni più dettagliate (i risultati dell'Inventario forestale regionale relativi alla Provincia di Bologna non sono ancora disponibili), si sono adottati due valori di riferimento di 150 e 250 q.li/ha. Questi appaiono peraltro in linea con quanto riportato da interventi di avviamento all'alto fusto condotti in altre parti della Regione Emilia-Romagna (Borgotaro).

Ipotesi A: scenario obiettivo

Poiché le conversioni interessano attualmente a livello regionale circa 1000 ha/anno è ragionevole ritenere che nel breve periodo anche a fronte di una forte incentivazione, la superficie massima destinata a questo tipo di intervento possa crescere al massimo per la sola Provincia di Bologna a 500 ha/anno e successivamente a 1000 ha/anno.

In tal caso, in funzione della massa asportata ad ettaro, si ha che il materiale legnoso disponibile oscilla tra 7500 e 12.500 t in una prima fase e successivamente salire a quantitativi circa doppi.

Ipotesi B: scenario potenziale

Si ipotizza la piena accessibilità di tutte le aree a ceduo e la loro completa disponibilità. La superficie ritenuta idonea è di 17.000 ha in quanto 4.000 ha di boschi di ripa, parte dei querceti xerofili e formazioni su aree calanchive non vengono considerati adatti al momento a questo tipo di intervento.

La massa legnosa che risulta dagli interventi di conversione è compresa tra 150 e 250 q.li. (1)

Ammettendo che l'intervento si realizzi su un arco temporale di 10 anni si ha che ogni anno risultano disponibili per usi energetici dalle 25.500 alle 42.500t di materiale legnoso.

In entrambe queste ipotesi sono stati considerati esclusivamente i boschi cedui invecchiati e quindi da considerare sostanzialmente abbandonati. Il prelievo di massa legnosa con l'avvio della conversione in alto fusto non si porrebbe quindi in competizione con le attuali utilizzazioni che interessano il bosco ceduo.

L'ipotesi di sfruttamento energetico dell'intera biomassa legnosa disponibile presenterebbe diversi aspetti di criticità, tra cui una sostanziale modifica dell'utilizzo attuale della biomassa forestale, che dovrebbe essere resa disponibile quasi esclusivamente per il rifornimento degli eventuali impianti e quindi in parte sottratta agli usi tradizionali ed esclusa dal mercato dell'esportazione al di fuori del territorio provinciale.

Può quindi risultare più opportuno ragionare sull'eccedenza di biomassa resa disponibile a breve-medio termine da una accurata politica forestale.

Sulla base delle considerazioni precedenti, si potrebbe arrivare nel medio periodo, a poter disporre di una potenzialità energetica in eccedenza rispetto alla situazione attuale, compresa fra i 20 e i 33 GWh nello scenario obiettivo e fra i 67 e i 111 GWh nello scenario potenziale.

Nelle tabelle a seguire vengono riassunti i risultati dell'analisi svolta per lo scenario attuale e per quello potenziale con alcune indicazioni quantitative sulle potenzialità energetiche.

Scenario obiettivo	Potenziale attuale	Eccedenza min.	Eccedenza max
GWh	138	20	33
Gwhe (rend. 25%)	35	5	8
MWe (6500 ore di funzionamento)	5,3	0,8	1,3
GWh _t (rend. 90% - combustione)	124	18	30
MW _t (4368 ore di funzionamento)	28	4	7
Cogenerazione			
<i>Gwhe (rend. 20%)</i>	28	4	7
<i>GWh_t (rend. 40%)</i>	55	8	13

Scenario potenziale	Potenziale attuale	Eccedenza min.	Eccedenza max
GWh	138	67	111
Gwhe (rend. 25%)	35	17	28
MWe (6500 ore di funzionamento)	5,3	2,6	4,3
GWh _t (rend. 90% - combustione)	124	60	100
MW _t (4368 ore di funzionamento)	28	14	23
Cogenerazione			
<i>Gwhe (rend. 20%)</i>	28	13	22
<i>GWh_t (rend. 40%)</i>	55	27	45

Tabella 3.30 Potenzialità della biomassa legnosa-scenari obiettivo e potenziale

Un ulteriore apporto di biomassa legnosa potrebbe essere ricavato dalla fustaie di conifere che necessitano di interventi di diradamento. E' noto che numerosi rimboschimenti effettuati a partire dagli anni trenta sono stati a lungo abbandonati senza garantire quegli interventi che avrebbero consentito lo sviluppo di individui arborei di un certo interesse commerciale. Si pone oggi il problema, come in gran parte d'Italia, di avviare interventi che migliorino, dove possibile, la struttura di questi popolamenti e favoriscano la progressiva sostituzione di molte specie esotiche o inadatte utilizzate all'impianto con altre di carattere autoctono.

E' difficile in assenza di informazioni di dettaglio pervenire ad una stima della massa ricavabile da questi interventi. Va comunque osservato che la maggior parte di questi soprassuoli sono di proprietà pubblica e ciò potrebbe favorire l'adesione dei proprietari alle iniziative di recupero descritte.

Non si esclude inoltre la possibilità di intervenire in zone attualmente non interessate da sfruttamento forestale, ad esempio mediante l'implementazione di colture dedicate.

In particolare nelle aree di collina e di pianura, dove la disponibilità di terreni di buona fertilità non più utilizzati per coltivi è cresciuta sensibilmente negli ultimi anni, possono trovare sviluppo gli impianti a brevissimo ciclo (*Short Forest Rotation*) per la produzione mirata di biomassa legnosa destinata alla combustione.

Da sottolineare che, al momento, tali tipi di impianto sono totalmente assenti in Provincia e quindi privi di storia e di parametri di valutazione certi.

L'individuazione dei possibili bacini di sfruttamento, nonché delle soluzioni tecnologiche più appropriate, dovranno tenere conto di diversi fattori. Le quantità in gioco, la morfologia del territorio, le caratteristiche climatiche, nonché la tipologia e distribuzione dell'utenza presente sul territorio, i reali bisogni energetici della stessa, e l'eventuale disponibilità in loco di altre fonti energetiche, rinnovabili e non, più convenienti, possono costituire fattori importanti per la definizione della forma più opportuna di utilizzo.

Le quattro Comunità Montane emergono chiaramente come le zone privilegiate, all'interno del territorio provinciale, per un'eventuale valorizzazione a fini energetici delle biomasse legnose.

Come è noto, tali aree sono caratterizzate da un territorio prevalentemente montuoso - collinare, con una sostanziale prevalenza su di esso di aree essenzialmente rurali che fanno registrare in generale modesti valori di assorbimento di energia elettrica e termica. La struttura urbana risulta estremamente parcellizzata: più del 90% dei comuni che ne fanno parte ha meno di 5.000 abitanti (il 73% meno di 2.000), con valori assoluti di densità demografica bassi che non superano per il 93% di essi i 100 abitanti/km².

Sulla base dei risultati precedenti si è cercato di stimare la disponibilità di potenziale energetico per ognuna delle quattro comunità montane.

Scenario obiettivo	Potenziale attuale (GJ)	Eccedenza min. (GJ)	Eccedenza max (GJ)
Valle del Samoggia	27.856	4.698	7.830
Alta e media Valle del Reno	226.338	33.271	55.451
Valli del Savena e Idice	5191.409	28.188	46.981
Valle del Santerno	36.599	2.251	3.751
TOTALE	482.203	68.408	114.013

Scenario potenziale	Potenziale attuale (GJ)	Eccedenza min. (GJ)	Eccedenza max (GJ)
Valle del Samoggia	27.856	15.973	26.622
Alta e media Valle del Reno	226.338	113.121	188.535
Valli del Savena e Idice	5191.409	95.840	159.734
Valle del Santerno	36.599	7.652	12.751
TOTALE	482.203	232.568	387.642

Tabella 3.31 Potenzialità della biomassa legnosa nelle Comunità Montane della Provincia di Bologna

Nella tabella seguente vengono riassunte, in termini di potenzialità energetiche, le quantità complessive in gioco in tali zone.

Scenario obiettivo	Potenziale attuale	Ecceденza min.	Ecceденza max
GJ	482.203	68.408	114.013
GWh	134	19	32
Gwhe (rend. 25%)	33	5	8
MWe (6500 ore di funzionamento)	5	1	1
GWht (rend. 90%)	121	17	29
MWt (4368 ore di funzionamento)	28	4	7
Cogenerazione			
<i>Gwhe (rend. 20%)</i>	27	4	6
<i>GWht (rend. 40%)</i>	54	8	13

Scenario potenziale	Potenziale attuale	Ecceденza min.	Ecceденza max
GJ	482.203	232.586	387.642
GWh	134	65	108
Gwhe (rend. 25%)	33	16	27
MWe (6500 ore di funzionamento)	5	2	4
GWht (rend. 90%)	121	58	97
MWt (4368 ore di funzionamento)	28	13	22
Cogenerazione			
<i>Gwhe (rend. 20%)</i>	27	13	22
<i>GWht (rend. 40%)</i>	54	26	43

Tabella 3.32 Potenzialità elettriche e termiche della biomassa legnosa nelle Comunità Montane della Provincia di Bologna

La realizzazione di impianti di sola produzione elettrica è da escludersi, date le reali quantità in gioco. Infatti, come si è già avuto modo di sottolineare in precedenza, una tale soluzione può risultare conveniente potendo disporre di potenze significative, non inferiori ai 10 MWe e quindi di una rilevante disponibilità di combustibile, concretamente non disponibile in loco.

Anche l'ipotesi di realizzazione di un unico impianto per la produzione combinata di energia elettrica e calore potrebbe risultare non particolarmente favorevole. Infatti, date le peculiarità della area considerata, nonché per un già avanzato grado di metanizzazione del territorio, potrebbe risultare difficile l'individuazione di un bacino di utenze sufficientemente esteso da permettere lo sfruttamento del calore prodotto in quantità rilevanti. Come è noto, infatti, la combustione di biomassa in impianti di dimensioni considerevoli, anche se consente risparmi economici in termini di consumo evitato di energia, non giustifica l'elevato investimento iniziale se il calore recuperato non può essere realmente utilizzato. Inoltre ciò presupporrebbe lo sfruttamento dell'intera area in esame come bacino di approvvigionamento e implicherebbe, di conseguenza, non trascurabili problemi legati alla raccolta del combustibile ed ai relativi costi economici ed ambientali di trasporto, se si tiene conto del fatto che il sistema di comunicazioni stradali in aree montane, data la particolare morfologia del territorio, può risultare ancora insufficiente ed inefficiente.

Si è ritenuto pertanto, che la soluzione di sfruttamento più appropriata possa essere quella di individuare due distinti bacini di approvvigionamento, compresi in un raggio dell'ordine dei 25 km, aggregando Comunità Montane attigue: il bacino composto dalle Comunità Valle del Samoggia e Alta-Media Valle del Reno e il bacino composto dalle Valli del Savena e Idice e dalla Valle del Santerno (TAV.91).

Da un punto di vista tecnologico, potrebbe risultare interessante ipotizzare in questo contesto, nel breve periodo, una tipologia di recupero energetico, che preveda la realizzazione di impianti di teleriscaldamento di piccola-media taglia di tipo diffuso eventualmente associati a piccoli sistemi cogenerativi ORC.

Tali impianti potrebbero servire le utenze domestiche dei piccoli centri vicini alle aree di produzione di biomassa o gruppi di utenze (quartieri o grossi gruppi residenziali) dei centri più grossi o comunque complessi di edifici pubblici, come scuole, centri sportivi o commerciali.

In tale quadro, Provincia e Comuni possono svolgere un ruolo importante sia in termini di azioni di incentivazione sia agendo direttamente sul proprio patrimonio edilizio.

Nella tabelle vengono riportate, per ognuno dei bacini individuati e per ognuno degli scenari ipotizzati, le quantità teoriche in gioco. La localizzazione sul territorio degli stessi è invece riportata nella tavola

BACINO 1	Potenziale attuale	Ecceденza min.	Ecceденza max
GJ	254.194	37.969	63.281
GWh	71	11	18
GWht (rend. 90%)	64	9	16
MWt (4368 ore di funzionamento)	15	2,2	3,6
Cogenerazione			
<i>Gwhe (rend. 20%)</i>	14	2	4
<i>GWht (rend. 40%)</i>	28	4	7
BACINO 2	Potenziale attuale	Ecceденza min.	Ecceденza max
GJ	228.009	37.969	63.281
GWh	63	8	14
GWht (rend. 90%)	57	8	13
MWt (4368 ore di funzionamento)	13	1,7	2,9
Cogenerazione			
<i>Gwhe (rend. 20%)</i>	13	2	3
<i>GWht (rend. 40%)</i>	25	3	6

Tabella 3.33 Scenario Obiettivo

Come si può notare, ognuno dei due bacini potrebbe garantire una potenza termica compresa fra i 2 e i 3,5 MWt.

Tenendo presente che 5 MW termici possono corrispondere ad una volumetria edilizia di circa 25.000 m³ (per un corrispondente di 80-100 abitazioni), ne segue che nello scenario obiettivo, si potrebbe arrivare a soddisfare, in ognuno dei due bacini, il fabbisogno termico di un numero di abitazioni compreso fra 35 (ipotesi min) e 70 (ipotesi max).

Nello scenario potenziale, invece, nelle due aree in esame si potrebbe disporre di una potenza compresa fra i 6 e i 12 MWt, corrispondenti al fabbisogno dalle 120 (ipotesi min) alle 250 (ipotesi max) unità abitative.

BACINO 1	Potenziale attuale	Eccedenza min.	Eccedenza max
GJ	254.194	129.064	215.157
GWh	71	36	60
GWht (rend. 90%)	64	32	54
MWt (4368 ore di funzionamento)	15	7,4	12,3
Cogenerazione			
<i>Gwhe (rend. 20%)</i>	14	7	24
<i>GWht (rend. 40%)</i>	28	14	12
BACINO 2	Potenziale attuale	Eccedenza min.	Eccedenza max
GJ	228.009	103.493	172.488
GWh	63	29	48
GWht (rend. 90%)	57	26	43
MWt (4368 ore di funzionamento)	13	5,9	9,9
Cogenerazione			
<i>Gwhe (rend. 20%)</i>	13	6	10
<i>GWht (rend. 40%)</i>	25	11	19

Tabella 3.34 Scenario potenziale

Si sottolinea che la suddivisione nei due bacini è solo indicativa; analisi più approfondite potrebbero considerare un numero diverso di bacini, con conseguente modifica delle singole potenze installabili.

Nella tabella vengono riportati gli effetti derivanti dallo sfruttamento della biomassa legnosa per la produzione termica nello scenario obiettivo e in quello potenziale. Per questo calcolo si supporrà che la biomassa utilizzata negli impianti di teleriscaldamento sostituisca esclusivamente gas naturale.

Scenario obiettivo	Ipotesi min	Ipotesi max
Combustibili fossili risparmiati (tep/a)	1.634	2.752
Emissioni di CO ₂ evitate (ton/a)	4.659	7.847
Scenario potenziale	Ipotesi min	Ipotesi max
Combustibili fossili risparmiati (tep/a)	5.590	9.288
Emissioni di CO ₂ evitate (ton/a)	15.938	26.482

Tabella 3.35 Confronto tra scenario obiettivo e potenziale

Residui agricoli

Nell'analisi successiva verranno considerati i sottoprodotti colturali cosiddetti "secchi", cioè con umidità compresa fra il 10% (cereali) ed il 60% (potature di alberi da frutta) e che provengono da coltivazioni erbacee come mais, frumento, orzo o da coltivazioni arboree quali olivo, vite, nocciolo, ecc.

La produzione di ortaggi, benché piuttosto considerevole in Provincia, fornisce in genere sottoprodotti ad elevato grado di umidità (dal 60% al 90%) la cui eventuale combustione per scopi energetici presenta ancora aspetti di criticità: per questo motivo non verrà considerata in questo contesto.

La valutazione della quantità dei residui derivanti dalle diverse coltivazioni e della loro effettiva disponibilità per scopi energetici¹⁷, è stata sviluppata a partire dai dati ISTAT relativi alla superficie coltivata (TAV.92-93-94) e sulla base di uno studio svolto da ISMA per la provincia di Roma.

Nella tabella vengono riportati i risultati ottenuti.

	Superficie (ha)	Residuo (ton/ha)	Disponibilità (ton)
Frumento	56.800	273.276	191.293
Altri cereali	19.089	120.499	84.350
Fruttiferi	13.318	16.331	3.266
Vite	9.266	30.578	6.116
TOTALE	98.473	440.684	285.024

Tabella 3.36 Quantità di residui agricoli da diverse tipologie di coltivazione

In termini di energia primaria, complessivamente in Provincia di Bologna si potrebbero ottenere 3.819.673 GJ, pari a 1.061 GWh. La ripartizione territoriale di tale potenziale energetico è riportata nella TAV.95). Le quantità, in termini energetici, in gioco sono riportate nella tabella seguente.

GWh	1.061
<i>di cui da cereali</i>	1.036
<i>di cui da fruttiferi</i>	9
<i>di cui da vite</i>	16
GWhe (rend.=25%)	265
MWe (6500 ore di funzionam.)	41
GWht (rend.=90% - combustione)	955
MWt (4368 ore di funzionamento)	219
Cogenerazione	
GWhe (rend.=20%)	212
GWht (rend.=40%)	424

Tabella 3.37 Potenziale elettrico e termico da residui agricoli

¹⁷ Come è noto non tutto il sottoprodotto è potenzialmente disponibile per usi energetici; una frazione rilevante può infatti essere utilizzata per la produzione di concimi, di mangimi, per il ricovero di animali, ecc. La stima di questa frazione varia da prodotto a prodotto e da zona a zona.

Anche per la biomassa agricola è stato possibile valutare la ripartizione territoriale del potenziale disponibile. Le aree a maggior produttività agricola e quindi a maggior potenziale sono concentrate nella parte centro-settentrionale della Provincia a carattere prevalentemente pianeggiante e collinare.

Come si evince dalla tabella seguente, quasi il 70% del potenziale teorico complessivo è concentrato nelle tre regioni agrarie dell'area settentrionale della Provincia: Pianura destra e sinistra del Reno e pianura dell'Idice e Santerno.

	GJ/a	%
Mont. Medio Reno	94.267	2,5%
Alto Reno	117.671	3,1%
Colline di Bologna	336.229	8,8%
Colline del Reno	383.594	10,0%
Colline del Sillaro e del Santerno	339.759	8,9%
Pian. sin. Reno	662.862	17,4%
Pian. destra Reno	816.798	21,4%
Pianura dell'Idice e del Santerno	1.068.494	28,0%
TOTALE	3.819.674	100,0%

Tabella 3.38 Potenziale in Provincia di Bologna

Sulla base della ripartizione territoriale del potenziale teorico disponibile e delle considerazioni, già più volte riprese, riguardanti i problemi legati alla raccolta e trasporto dei residui, sono stati individuati due possibili bacini di approvvigionamento, aggregando zone attigue con le potenzialità energetiche più significative (TAV.96).

Nella tabella vengono riassunti i risultati di tale elaborazione, nella tavola viene invece riportata la localizzazione sul territorio regionale degli stessi

Bacino 1

GWh	411
di cui da cereali	405
di cui da fruttiferi	3
di cui da vite	3
Gwhe (rend. 25%)	103
MWe (6500 ore di funzionamento)	16
GWht (rend. 90% - combustione)	370
MWt (4368 ore di funzionamento)	85
Cogenerazione	
<i>Gwhe (rend. 20%)</i>	82
<i>GWht (rend. 40%)</i>	164

Tabella 3.39 Potenziale nel Bacino 1

Bacino 2

GWh	349
di cui da cereali	337
di cui da fruttiferi	4
di cui da vite	8
Gwhe (rend. 25%)	87
MWe (6500 ore di funzionamento)	13
GWht (rend. 90% - combustione)	314
MWt (4368 ore di funzionamento)	72
Cogenerazione	
<i>Gwhe (rend. 20%)</i>	<i>70</i>
<i>GWht (rend. 40%)</i>	<i>139</i>

Tabella 3.40 Potenziale nel Bacino 2

Le significative quantità in gioco, le caratteristiche demografiche di tale aree ed i consistenti fabbisogni termici e elettrici per usi civili, inducono a propendere per un'ipotesi di sfruttamento della biomassa agricola che preveda la produzione combinata di energia elettrica e calore.

I comuni compresi nei due bacini hanno infatti, una popolazione in media significativamente superiore alle 5.000 unità, con densità superiori ai 100 ab/kmq.

In tale contesto, l'ipotesi di realizzare impianti di produzione combinata può risultare particolarmente favorevole. Esisterebbero, infatti concrete possibilità di individuare bacini di utenze sufficientemente estesi da permettere lo sfruttamento del calore prodotto in quantità considerevoli. Come è noto, infatti, la combustione di biomassa in impianti di dimensioni considerevoli, anche se consente risparmi economici in termini di consumo evitato di energia, non giustificerebbe l'elevato investimento iniziale se il calore recuperato non potesse essere realmente utilizzato.

Anche l'ipotesi di sfruttamento della biomassa per sola produzione elettrica potrebbe essere presa in considerazione, viste le considerevoli disponibilità di combustibile in entrambi i bacini.

Infatti essi sarebbero in grado di fornire una potenza elettrica compresa fra i 13 e i 16 MWe.

Va d'altra parte considerato il fatto che, le aree interessate, presentano anche elevati consumi termici, e quindi la sola produzione elettrica potrebbe non risultare quella più conveniente sia dal punto di vista economico che di sostenibilità ambientale.

Gli effetti degli interventi considerati per lo sfruttamento della biomassa agricola vengono riassunti di seguito, avendo ipotizzato la sostituzione del solo gas metano, per quanto riguarda gli usi termici.

Combustibili fossili risparmiati (tep/a)	64.080
Emissioni di CO ₂ evitate (ton/a)	86.842

Tabella 3.41 Risparmio di fonti fossili e di emissioni di CO₂

3.5.4 Indicazioni e politiche di sviluppo

In riferimento a indicazioni, accordi, azioni normative e piani strategici a favore dello sviluppo della filiera biomasse, oltre alla Conferenza di Kyoto, al Libro Bianco Unione Europea sulle energie rinnovabili, al Decreto Bersani e i certificati verdi, si ricordano:

- la Delibera CIPE n. 137/98, che prevede anche la predisposizione, da parte del Ministero dell'Agricoltura, di un Piano Nazionale di Valorizzazione delle Biomasse Agro-Forestali (PNVBAF), che riprende e finalizza il precedente Programma Nazionale dell'Energia Rinnovabile da Biomasse (PNERB);
- il Programma Nazionale Biocombustibili (PROBIO), per promuovere iniziative di tipo pilota e l'analisi e diffusione dei risultati;
- il Decreto Legislativo 173/98 e Decreto attuativo n.401/99, che istituisce fondi di aiuto per l'utilizzo a fini energetici di produzioni agricole
- l'approfondimento Decreto Ronchi rispetto alle biomasse residuali prima considerate rifiuti ed ora combustibili rinnovabili;
- *Decreti Ministeriali 24 Aprile 2001*; in particolare il primo decreto che individua gli obiettivi quantitativi di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili che devono essere perseguiti dalle imprese di distribuzione di gas naturale ai sensi dell'articolo 16, comma 4, del decreto legislativo 23 maggio 2000, n.164.

Concreto supporto, anche se non diretto, alla valorizzazione della filiera biomasse, si ritrova nelle indicazioni di Agenda 2000 e, in seno ad essa, del nuovo Piano Regionale di Sviluppo Rurale¹⁸.

Gli interventi del Piano (Misure ed Azioni) sono dedicati all'ammodernamento del tessuto agroindustriale regionale, al miglioramento strutturale delle aziende agricole, ecc.

Grande rilevanza hanno le misure agroalimentari finalizzate a ridurre l'impatto dell'attività agricola sull'ambiente, sia a mettere in valore le interazioni positive con il territorio ed il paesaggio.

Gli specifici interventi, infatti, perseguono obiettivi finalizzati alla protezione dall'inquinamento (in particolare per i composti azotati) e ad un uso sostenibile delle risorse idriche, al miglioramento della qualità dell'aria, alla riduzione dei composti chimici utilizzati in agricoltura, alla gestione sostenibile dell'uso del suolo e del territorio sia in termini di ricostituzione e mantenimento delle condizioni naturalistiche, sia in termini di pratiche di gestione agronomica, alla ricostituzione/mantenimento del paesaggio agrario e biodiversità.

In particolare le misure di incentivazione al settore forestale, precedentemente incluse nell'ambito dei principali regolamenti comunitari (2080/92 e 867/90) vengono, con la nuova programmazione di Agenda 2000, profondamente modificate ed ampliate. Il nuovo regolamento sullo sviluppo rurale, con uno specifico capitolo sulla selvicoltura, pure riprendendo molti degli interventi attuati in precedenza, amplia la gamma delle possibili politiche a favore della selvicoltura e dei comparti a valle, in particolare attraverso programmi di incentivo al rimboschimento dei terreni agricolo e di miglioramento delle superfici boscate analogamente ad aiuti agli investimenti nelle imprese boschive di prima trasformazione del legno. Di particolare interesse le specifiche misure per gli impianti forestali a turno breve per la produzione di biomasse.

L'autorità responsabile dell'attuazione del Piano regionale è la Regione stessa. La piena adesione al decentramento amministrativo previsto dalla L:R 15/97, garantisce comunque, alle

¹⁸ Con il titolo "La qualità dell'agricoltura per la qualità dell'ambiente e del territorio", la Regione ha predisposto e presentato alla Commissione Europea il proprio Piano, che è stato approvato in data 27/06/2000.

Amministrazioni Provinciali e alle Comunità Montane, la piena responsabilità dell'attuazione delle misure sul proprio territorio e la possibilità di adattarle alle specificità locali, soprattutto attraverso la gestione delle priorità.

Va comunque ricordato che la notevole frammentazione delle risorse finanziarie tra le misure dei PSR potrebbe seriamente compromettere la riuscita dei programmi. Le risorse disponibili verranno infatti in buona parte assorbite dai trascinali della precedentemente programmazione per misure forestali ed agroambientali. Sarebbe pertanto opportuno che le poche risorse rimaste venissero indirizzate, coerentemente con gli obiettivi programmatori, verso le misure ritenute più importanti.

Alla luce delle considerazioni fatte, valide a livello nazionale e locale, e delle elaborazioni presentate relative alla Provincia di Bologna, appare che la strategia più adeguata rispetto alla costituzione del "parco energetico da biomassa", sia quello di promuovere in primo luogo progetti pilota o comunque iniziative medio piccole nel settore termico o termico associato alla micro – cogenerazione (realizzazione di sistemi di teleriscaldamento di tipo diffuso per centri medio-piccoli, vicini alle aree di produzione di biomassa; sistemi di cogenerazione basata su tecnologia ORC) utilizzando biomassa agricola e forestale. Attualmente la gran parte degli utenti non conosce il potenziale energetico e le tecnologie legate alla filiera biomasse. Sulla base di quanto già realizzato in altri paesi, si può prevedere un significativo grado di accettabilità. In tal senso la realizzazione di tali progetti prioritariamente negli edifici di proprietà pubblica o ad uso pubblico, potrebbe favorire tale processo.

In secondo luogo andrà valutata la possibilità (sia a livello di incentivazione che a livello di prescrizione, come, ad esempio, sulla tipologia e sul bacino di approvvigionamento della biomassa) di realizzazioni di tipo privato nel settore della generazione termica a scala medio – grande.

Tali iniziative potrebbero inoltre ben interagire con iniziative riguardanti il solare termico (così come espone nel capitolo relativo) o comunque rientrare nei più generali programmi o piani di riqualificazione edilizia delle aree urbane o primariamente rurali.

Vale la pena segnalare, a titolo d'esempio, l'esperienza realizzata dalla Provincia di Chieti, da contestualizzare nel progetto più ampio della Regione Abruzzo finalizzato alla promozione di attività di risparmio energetico ed impiego di fonti rinnovabili. In particolare si fa riferimento al Progetto VES (Valorizziamo l'Energia Sostenibile), il quale prevede una serie di azioni capillari di risparmio energetico e utilizzo delle fonti rinnovabili. Tra queste azioni assumono fondamentale importanza l'integrazione del solare termico e l'utilizzo della biomassa per usi civili (installazione di caldaie a biomassa a servizio di utenze civili). Il progetto prevede l'impiego di potature, residui forestali, gusci di frutta secca ed eventualmente sansa di olive (si ipotizza un'eventuale pelletizzazione dei combustibili) in caldaie a biomassa che andrebbero ad affiancare le caldaie precedentemente esistenti, in almeno 5-7 edifici.

Rispetto allo sviluppo di una rete di teleriscaldamento, vale la pena ricordare che:

- la presenza della rete di metano può essere disincentivante;
- è fondamentale l'analisi delle caratteristiche climatiche: gradi giorno, temperatura di progetto, durata periodo di riscaldamento (riferimento a legge 10/91, DPR 412/93 ecc); pertanto, risultano prioritari i comuni ubicati in zona climatica F ed E;
- vanno considerati i parametri di allacciabilità.

E' indispensabile, inoltre considerare, sia per l'uso di residui forestali che agricoli, la distanza tra il punto di raccolta della biomassa ed il punto di utilizzo della stessa, a causa degli effetti logistico – economico – ambientali connessi con il trasporto di un gran quantitativo di materiale. Il problema del trasporto e dell'accumulo può essere, almeno teoricamente, risolto mediante due strategie: collocare la centrale in posizione baricentrica all'interno di un preciso bacino di approvvigionamento (presso il quale sia in atto un progetto di raccolta di tipo integrato), organizzare un preciso e cautelativo programma di fornitura con aziende esterne.

A tal fine, il processo autorizzativo dovrà richiedere una esatta valutazione del bacino di approvvigionamento del combustibile.

Per una affermazione concreta e per l'implementazione del "parco energetico da biomasse" ulteriori sforzi dovrebbero comunque essere tesi :

1. alla definizione di iniziative effettivamente realizzabili e in grado di dimostrare l'effettiva competitività delle filiere bioenergetiche in termini energetici, ambientali ed economici
2. alla realizzazione di un piano omogeneo d'azione che possa portare ad una diffusione su media-larga scala dell'uso delle biomasse per scopi energetici. In tale contesto si rende necessario innanzitutto lo sviluppo di analisi dettagliate della situazione esistente, l'identificazione, coordinamento, promozione di tutti i principali attori locali coinvolgibili e, infine, l'esame e applicazione di metodi efficaci di incentivazione economica. Per favorire l'integrazione dell'impiego delle biomasse all'interno dei mercati energetici, si attribuisce particolare rilievo a programmi di partecipazione e campagne coordinate (soprattutto accordi volontari) fra le amministrazioni a diverso livello (provinciale, comunale), grandi fornitori di impianti, associazioni di professionisti (in particolare installatori), associazioni dei consumatori e primariamente, soprattutto alla luce dei decreti dell'aprile 2001, le aziende distributrici di gas. Un programma di campagne coordinate può rappresentare un'importante opportunità di innovazione per le imprese e per il mercato, può essere la sede per la promozione efficace di nuove forme di partnership nell'elaborazione di progetti operativi o per la sponsorizzazione di varie azioni di intervento
3. all'attivazione di programmi di ricerca e sviluppo con lo scopo di sperimentare e mettere a punto le diverse tecnologie di conversione.
4. all'incremento della disponibilità di biomassa.

Riguardo a quest'ultimo punto, è auspicabile, in generale, la definizione di un chiaro piano di ottimizzazione, che sulla base di una approfondita conoscenza delle peculiarità, e criticità del patrimonio locale, sia in grado di definire una razionale politica gestionale dello stesso, in termini anche di processi produttivi, fasi di raccolta, stoccaggio e trasporto.

La biomassa può essere incrementata qualora le superfici coltivate si trovino in terreni e climi idonei. I luoghi migliori, anche sotto il profilo economico, sono:

- *terreni agricolo la cui redditività è strettamente connessa a sovvenzioni comunitarie e che forniscono produzioni considerate eccedentarie.*

In questo contesto, nelle aree di pianura può essere interessante per la Provincia, valutare la possibilità del *set-aside*. L'Unione Europea offre infatti, contributi affinché una porzione di terreno venga lasciata nuda e sottoposta ad una lavorazione nei periodi primaverili. Tale forma, in realtà, contribuisce al degrado ambientale in quanto lascerebbe il terreno (se smosso) più esposto all'erosione idrica e alla mineralizzazione della sostanza organica. L'introduzione di

coltivazioni da bioenergia può rappresentare un utile mezzo per interrompere la monocoltura e contribuire alla difesa e conservazione del suolo. Analoghe considerazioni valgono, oltre che per il set-aside, per terreni “marginali”. E’ da evidenziare che le colture no food devono poter soddisfare contemporaneamente le esigenze di carattere agronomico del produttore, tecnologico del trasformatore ed economico di entrambi.

- *terreni agricoli non utilizzati, ma dotati di sufficiente fertilità per consentire buone produzioni forestali.*

Risulta opportuno valutare la possibilità di intervenire in zone attualmente non interessate da attività selvicolturali, mediante l’implementazione di impianti a brevissimo ciclo (Short Forest Rotation) per la produzione mirata di biomassa legnosa destinata alla combustione.

Di particolare interesse, in tal senso, sono le aree di collina e di pianura, dove la disponibilità di terreni non più utilizzati per coltivi è cresciuta sensibilmente negli ultimi anni. Da sottolineare che, al momento, tali tipi di impianto sono totalmente assenti in Provincia e quindi privi di storia e di parametri di valutazione certi.

- *terreni a tipica vocazione forestale.*

I boschi dell’Appennino bolognese, come d’altra parte gran parte del patrimonio forestale italiano, stanno andando incontro da diversi decenni ad un processo di incremento della massa legnosa presente, grazie al “riposo” indotto dalla progressiva perdita di interesse economico dei prodotti da essi ricavabili e dalla ridotta presenza antropica nelle zone di montagna. Si tratta di un processo lento che va a sanare, in parte, anche un eccessivo sfruttamento verificatosi in passato. Va osservato che, in generale, questi boschi si mantengono tuttora ben al di sotto delle loro potenzialità e che il processo di miglioramento della copertura arborea in termini di composizione, struttura e densità richiederà in futuro un più incisivo intervento per indirizzarne l’evoluzione verso condizioni di stabilità ed equilibrio. Va comunque osservato che gli attuali cedui devono esse considerati come boschi giovani caratterizzati da “immaturità sia tecnologica che cronologica rispetto alle potenzialità di sviluppo, logica conseguenza di così estese opere di ceduzione” (Regione Emilia-Romagna). Ciò premesso la conversione verso l’alto fusto dei cedui appare una precisa tendenza nel lungo periodo; essa viene affrontata attualmente dagli uffici regionali competenti per la pianificazione forestale con criteri improntati ad una giustificata prudenza. Come già evidenziato in precedenza i boschi cedui dell’Appennino bolognese annoverano infatti una molteplicità di situazioni che richiedono interventi diversificati e l’applicazione di modelli colturali le cui reali possibilità di successo vanno adeguatamente verificate. Si constata infatti nell’ambito del complesso dei cedui, composti e a sterzo, una molteplicità di situazioni che necessitano di essere accuratamente analizzate al fine di individuare le più opportune strategie per l’avvio della conversione all’alto fusto.

L’avviamento all’alto fusto dei boschi cedui ha interessato ad oggi quasi esclusivamente le proprietà pubbliche. Attualmente le misure forestali, cioè gli strumenti di sostegno economico previste dal Piano di sviluppo rurale della Regione Emilia – Romagna prevedono contributi per l’effettuazione di tagli di preparazione all’avviamento, di tagli di avviamento e, infine, di tagli di conversione propriamente detta. Esse coprono quindi l’intero processo di conversione. Le domande di finanziamento presentate da proprietari privati per questo tipo di operazioni e pervenute in questi anni all’Amministrazione regionale tramite gli uffici delle Comunità montane sono un numero estremamente esiguo. Le poche richieste presentate tendono tuttavia a vedere finanziato direttamente il taglio di avviamento per il quale è prevista l’erogazione di contributi più consistenti.

I vincoli posti dall'Amministrazione alla conversione dei cedui prevedono che i soprassuoli presentino un diametro medio minimo di 9 cm, un'altezza media minima di 9 m e una densità minima di 3400 fusti/ha, nonché, infine il superamento di un'età di una volta e mezzo il turno.

Questi vincoli indirizzano quindi gli eventuali interventi di conversione verso i soprassuoli a ceduo invecchiati più promettenti e sviluppatisi sui terreni più fertili (l'altezza degli invodi arborei è, in generale, indicatrice delle condizioni di fertilità del suolo).

Secondo il parere dei tecnici degli uffici regionali la superficie del bosco ceduo dell'Appennino bolognese che può essere ritenuta meritevole di interventi di conversione è inferiore al 50% della superficie totale. Sussistono infatti numerose condizioni in cui il bosco ceduo appare eccessivamente diradato o scarsamente sviluppato perché possa essere preso in considerazione il processo di avviamento all'alto fusto. In alcuni casi, come alle quote più basse e su argille scagliose, l'intervento di avviamento significherebbe ritardare il lento processo che sta portando a sviluppare su questi difficili terreni una più consistente copertura forestale. La stima appare giustificata tenendo conto dell'ammontare dei cedui invecchiati sul totale dei boschi cedui, della percentuale di boschi su pendenze e elevate o molto elevate e delle condizioni delle possibilità di accesso per il taglio e l'esbosco.

Attualmente il processo di conversione del bosco ceduo in fustaia vede coinvolti innanzitutto gli enti pubblici che tuttavia, come già ricordato in precedenza, sono proprietari di una percentuale piuttosto modesta della superficie forestale che ricade nel territorio della Provincia di Bologna.

Se da un lato è da considerare positivamente che l'ente pubblico abbia intrapreso con una certa decisione la via della conversione dei cedui di proprietà per il ruolo dimostrativo e di stimolo per i proprietari privati, d'altro canto la modesta risposta registrata tra questi ultimi evidenzia uno scarso interesse ad investire su operazioni dal ritorno assai differito nel tempo. Le motivazioni possono essere tuttavia diverse e verranno brevemente analizzate di seguito.

Va notato, ad esempio, che in diverse aree dell'Appennino bolognese permane tra i proprietari privati un discreto interesse per il mantenimento del ceduo sia per la produzione per autoconsumo di legna da ardere sia perché sussiste in quest'ambito una modesta attività economica a carattere locale.

Il frazionamento della proprietà privata, fenomeno per il quale si parla di polverizzazione della proprietà, rappresenta un ulteriore elemento che indubbiamente rende problematica l'adesione ad iniziative, per quanto sostenute da incentivi economici, mirate alla trasformazione del bosco. In molti casi si osserva nelle zone di montagna l'assenza sostanziale di legami tra il proprietario (e spesso dei molti intestatari di proprietà indivise) trasferitisi verso la valle o centri urbani distanti e la proprietà che risulta quindi sostanzialmente abbandonata.

Negli ultimi 10-15 anni alcuni tipi di bosco hanno evidenziato un certo risveglio nell'interesse dei proprietari: è il caso di un'ampia fascia in cui prevalgono tra i boschi cedui quelli a prevalenza di castagno, spesso inframmezzati da fustaie da frutto in parte ancora curate o caratterizzate da singoli individui anche di notevoli dimensioni che testimoniano la passata destinazione alla produzione della castagna. In questi casi più che di semplice avviamento e conversione del ceduo va esaminata la possibilità del recupero produttivo del castagneto da frutto, operazione per la quale sono previsti adeguati sostegni di carattere economico. Va tuttavia rilevato che questi boschi sono soggetti da tempo alla presenza di patogeni (mal dell'inchiostro e cancro corticale), condizioni che necessitano di un'attenta valutazione affinché gli interventi di conversione e recupero produttivo abbiano significative possibilità di successo.

Il bosco appenninico è frequentemente caratterizzato da una scarsa accessibilità per carenza di una adeguata rete di strade di servizio che non sarebbe d'altronde giustificata dal modesto

valore della produzione. Non fa eccezione la superficie forestale della Provincia di Bologna la cui accessibilità, pur in assenza di dati precisi, è da ritenersi, in generale, scarsa e frammentaria. Dove presente, per i motivi già esposti, essa risulta bisognosa di interventi di manutenzione.

In sintesi a fronte di interessanti potenzialità del bosco ceduo a fornire biomassa legnosa da destinarsi alla produzione energetica nell'ambito di un programma su ampia scala di avviamento e quindi di conversione all'alto fusto, emergono alcuni elementi e vincoli che possono ridurre in modo anche significativo la possibilità di disporre effettivamente delle masse legnose inizialmente stimate come disponibili.

In Provincia si suggeriscono di favorire, a tal proposito, le seguenti azioni:

- ✓ prosecuzione e miglioramento del programma di pianificazione forestale, già avviato da alcuni anni con buoni risultati sulla base degli indirizzi della politica regionale di settore, soprattutto attraverso la redazione di nuovi Piani assestamentali d'area. Ad oggi va ricordato, in Regione Emilia –Romagna 40.000 ha sono già governati da appositi piani. Circa l'operatività di questi ultimi, gli Enti sino ad ora interessati sono esclusivamente le Comunità Montane; ciò corrisponde alla distribuzione geografica della copertura forestale. Come noto, il riferimento generale per l'impostazione e attuazione dei piani assestamentali è la selvicoltura naturalistica secondo la quale la gestione dei boschi dovrebbe assecondare i processi ed i cicli evolutivi naturali, individuando forme di governo e trattamento più idonee a mantenere o rafforzare la stabilità del bosco in termini di biodiversità, efficienza multifunzionale, prodotti legnosi e non, servizi. quella più idonea a mantenere o rafforzare la stabilità del bosco in termini di biodiversità, efficienza multifunzionale, prodotti legnosi e non, servizi. Sviluppando una conoscenza dettagliata dei sistemi forestali e promuovendo un generale miglioramento selvicolturale, i Piani di Assestamento rappresentano un efficace strumento per favorire l'incremento della disponibilità di biomassa per fini energetici. Occorre sottolineare inoltre, che l'utilità dei piani risiede anche nel fatto che si è gradualmente spostata negli ultimi anni, in particolare dopo l'approvazione del PRSR, la linea dei finanziamenti o contributi verso la realizzazione di opere e interventi forestali. La pianificazione assestamentale dovrà andare ad innestarsi e a specificare la pianificazione territoriale sovrordinata vigente di cui la provincia è ampiamente dotata in modo qualificato: ci si riferisce al, ai Piani di Sviluppo socio-economici delle Comunità Montane, ai Piani Regolatori di nuova concezione e datazione e in particolare al PTCP.
- ✓ Ai fini dell'affermazione di una efficace pianificazione forestale, può essere opportuna la promozione della costituzione di consorzi forestali o altre forme associative che raccolgano a gestione unitaria le moltissime piccole proprietà private. Una forma unitaria o collettiva di proprietà o di godimento dei beni oltre a favorire un generale miglioramento fondiario, in grado di affrontare, in particolare, gli ostacoli legati alla all'inadeguatezza delle strutture e infrastrutture, permetterebbe il radicamento di una cultura sociale e forestale più consapevole presso gli stessi proprietari e le popolazioni che usufruiscono delle esternalità dei boschi, permettendo il superamento di individualismi assai più radicati in montagna che in altre zone.
- ✓ Costituzione di una struttura tecnica negli enti delegati che sappia indirizzare, in sede locale, i proprietari o gli aventi diritto sui boschi verso l'acquisizione degli strumenti e dei

finanziamenti utili a conseguire la migliore tutela, valorizzazione e gestione dei complessi boscati.

- ✓ Una corretta progettazione e programmazione della viabilità in modo da aumentare la disponibilità di biomassa, ridurre i costi di gestione dei boschi e di trasporto della materia prima, migliorare le fasi di raccolta. L'avvio di un programma su ampia scala di conversione del bosco ceduo all'alto fusto richiede che le zone di intervento siano adeguatamente accessibili anche da mezzi di discrete dimensioni e peso per la lavorazione e l'esbosco del materiale. I dati sull'acclività e l'accidentalità del bosco nell'Appennino bolognese pongono evidenti riserve per diverse porzioni di territorio. La rete stradale di servizio (strade e piste forestali) dovrebbe quindi essere adeguatamente sviluppata per poter consentire una razionale organizzazione dei lavori.
- ✓ Incentivazione della meccanizzazione forestale a basso impatto ambientale, per il miglioramento qualitativo e quantitativo delle operazioni e interventi colturali nelle aree forestali. Un livello medio di meccanizzazione sarà più che sufficiente per i tipi di boschi della provincia. Livelli superiori, oltre a risultare molto costosi, potrebbero comportare danni al suolo, soprasuolo, ceppaie e sono da prendere in esame solo nel caso in cui i quantitativi raccolti siano molto elevati.
- ✓ Un'ulteriore problematica che richiede di essere adeguatamente affrontata è legata alla disponibilità di manodopera forestale specializzata nelle operazioni di conversione e di lavorazione del materiale nonché alla presenza di imprese forestali adeguatamente attrezzate da un punto di vista tecnico e finanziario. Si renderebbe quindi necessario lo sviluppo di attività di formazione e aggiornamento del personale, per una corretta educazione alla conoscenza del bosco e all'uso delle macchine.

APPENDICE – Il biodiesel

Le difficoltà della agricoltura europea ed in particolare di quella italiana, dovute ai costi, ai surplus ed al deprezzamento dei prodotti agricoli, rende interessante la prospettiva di un uso energetico e non più solo alimentare, dei prodotti agricoli. Una di queste applicazioni è la produzione di Dimetilestere o biodiesel dagli olii dei vegetali. Questa produzione sembra tra le più interessanti nel breve-medio periodo, rispetto ad altre produzioni agro-energetiche, poiché il Dimetilestere ha proprietà di combustione simili al gasolio, che ne permettono l'uso in caldaie e motori già esistenti. Per gli altri prodotti agro-energetici, infatti, è comunque necessaria l'applicazione in apposite caldaie e motori, con un considerevole aumento dei costi; il Dimetilestere presenta anche un basso impatto ambientale.

Gli olii vegetali possono essere estratti da piante oleaginose quali soia, colza, girasole, ecc. Caratteristica comune di tutte le oleaginose è quella di essere ricche di materie proteiche le quali, dopo l'estrazione dell'olio, sono impiegabili nell'alimentazione animale sotto forma di panelli. Le principali piante che si trovano in Europa sono la colza e il girasole (i principali paesi produttori europei sono, per la colza, la Germania, la Francia, la Gran Bretagna e la Danimarca; per il girasole, la Francia, la Spagna e l'Italia); la coltivazione della soia, invece, si trova principalmente in America (Stati Uniti, Brasile e Argentina).

Seme o frutto	% Olio in peso
Noccioline	30-40
Arachide	30-40
Canapa	30-35
Cocco	30-35
Colza	30-50
Cotone	15-24
Girasole	25-48
Lino	29-33
Oliva	25-30
Sesamo	45-55
Soia	15-22

Tabella 3.42 Principali coltivazioni olearie

Il biodiesel è un combustibile di origine vegetale, costituito per almeno il 98% da esteri metilici di acidi grassi, e viene prodotto tramite transesterificazione di oli vegetali.

Il procedimento chimico che li trasforma in biodiesel, viene chiamato transesterificazione, processo in cui gli oli reagiscono con metanolo, in presenza di catalizzatori alcalini, per formare l'estere metilico e, come prodotto secondario, glicerina grezza.

Per fare una tonnellata di biodiesel in media è necessaria una superficie di un ettaro, coltivata a colza o girasole, da cui si ottengono 2,5 tonnellate di semi da spremere ed avere una tonnellata di olio che fornisce circa una tonnellata di biodiesel.

In tali condizioni, il costo di produzione è più alto di quello dei corrispondenti combustibili di origine fossile; ad esempio, in Italia il costo di produzione del biodiesel è circa tre volte superiore a quello del gasolio.

Applicazioni

Il biodiesel è il sostituto naturale del gasolio minerale, trova quindi le sue applicazioni principali come combustibile negli impianti di riscaldamento o come carburante nei motori diesel; può far parte di alcune tipologie di olii lubrificanti.

Il biodiesel viene usato come additivo per gasoli e keroseni. Esso possiede buone proprietà lubrificanti: il suo utilizzo come additivo riduce l'usura del motore e dei sistemi di iniezione. Specifici test (HFRR), mettono infatti in evidenza come il gasolio a basso contenuto di zolfo con l'aggiunta di specifici additivi e il medesimo gasolio con l'aggiunta del 20% in volume di biodiesel siano caratterizzati da proprietà lubrificanti molto simili. Conclusioni analoghe sono valide anche per i combustibili per jet, ove aggiunte del 1-2% di biodiesel già riducono sensibilmente l'usura degli ugelli. Il biodiesel, quindi si presenta anche come un interessante additivo a basso impatto ambientale per gasoli e keroseni.

Riscaldamento

Il biodiesel è impiegato nel riscaldamento oramai da una decina d'anni con ottimi risultati, grazie alla facilità d'applicazione, non essendo necessaria la sostituzione del bruciatore e nemmeno d'interventi complessi; sul mercato sono reperibili dei kit di trasformazione messi a punto dalle maggiori case produttrici di bruciatori, che rendono l'adozione del biodiesel molto semplice.

Nel riscaldamento è utilizzato puro, sfruttando così a pieno le caratteristiche ambientali, con minimi accorgimenti e costi di adattamento degli impianti.

Il potere calorifico del biodiesel è minore di quello del gasolio, questo è dovuto al fatto che la sua molecola contiene una percentuale di ossigeno elevata (circa l'11%), che consente però di ottenere una combustione completa, utilizzando una quantità di aria inferiore a quella necessaria alla combustione di un uguale quantitativo di gasolio. La corretta regolazione della temperatura dei fumi e della quantità di aria necessaria alla combustione, consentono quindi di migliorare le rese al punto da non notare apprezzabili variazioni di consumo passando da gasolio a biodiesel.

Per quanto concerne le operazioni d'uso pratico, le caratteristiche chimico-fisiche lo rendono un prodotto più sicuro rispetto al gasolio tradizionale (punto d'infiammabilità superiore ed una maggiore biodegradabilità), ma debbono essere comunque mantenute tutte le precauzioni di sicurezza e buona gestione ambientale normalmente adottate.

Autotrazione

Fra le possibili misure in grado di concorrere alla riduzione dell'inquinamento atmosferico causato dagli autoveicoli è stato ripetutamente proposto l'uso dei biocarburanti puri o in miscela con benzina o gasolio, in sostituzione di quantità più o meno rilevanti di combustibili fossili.

Le numerose sperimentazioni effettuate con il biodiesel, hanno avuto il merito di evidenziare vantaggi e problemi connessi all'uso di questi prodotti, consentendo di individuare, fra una vasta gamma di possibili modalità di impiego, quelle che consentivano di massimizzare i benefici e ridurre al minimo i possibili problemi.

Le principali case automobilistiche europee dichiarano che i loro veicoli sono compatibili con il biodiesel, case automobilistiche come la Peugeot e la Renault sperimentano sui propri motori il biodiesel in miscela con gasolio, mentre altre lo utilizzano in competizioni sportive.

Nel settore dei veicoli pesanti, la Renault ha impostato da oltre due anni un programma di impiego e monitoraggio sul campo di miscele sino al 30% in gasolio, senza che fosse riscontrato alcun inconveniente ricollegabile all'utilizzo del combustibile. In Germania, alcune case automobilistiche

hanno omologato il biodiesel puro su alcuni dei loro modelli, come ad esempio Mercedes, BMW, Volvo, SEAT, Skoda, Volkswagen, Ford, Caterpillar.

Dal punto di vista tecnico, il biodiesel migliora le caratteristiche di "lubricity" dei gasoli ed agisce sinergicamente con i sistemi di abbattimento di cui si stanno dotando sia le automobili che i mezzi pesanti.

Oltre a questi vantaggi, il biodiesel può essere utilizzato, in miscela con gasolio sino al trenta per cento, senza alcuna modifica al motore, alle modalità di stoccaggio ed alle consuetudini manutentive dei mezzi.

Per quanto riguarda le performance del motore, il minore potere calorifico, derivante dalla presenza dell'ossigeno, si riflette su una leggera perdita di potenza, pari al 7% per il biodiesel puro sino a scendere al 2% per la miscela; prove in campo ha mostrato come quest'ultima non viene avvertita dal guidatore, così come non ne risentono i consumi.

Una stretta sinergia si trova nell'applicazione di catalizzatori, soprattutto per quanto concerne l'abbattimento del particolato, vista la prevalenza, utilizzando le miscele, di particolato solubile su quello insolubile.

Prove fatte su motori Euro II applicazione bus, hanno mostrato una riduzione della fumosità del 20% con la miscela al 20%, sino alla riduzione dell'85% con biodiesel puro, l'utilizzo di una marmitta catalitica ha permesso una riduzione del 90%. Per quanto riguarda il particolato, con prove fatte secondo il ciclo 13 modi R49, oltre a ridursi del 5% con la miscela al 20% sino ad un 54% in presenza di catalizzatore, cambia notevolmente la sua composizione per passare dal 46% al 78% di frazione solubile e dal 53% al 21% di quello insolubile.

Il biodiesel può essere utilizzato puro su quei modelli che prevedono esplicitamente nei loro libretti d'uso il suo impiego oppure, su quelli che non lo contemplano, previo alcuni minimi accorgimenti (legate al potere solvente esplicitato dal biodiesel, soprattutto in forma pura).

A parità di energia, una miscela al 20% offre un più semplice stoccaggio rispetto agli altri combustibili alternativi sia dal punto di vista del peso che del volume; il tutto si traduce in:

- minore consumo dei pneumatici e del sistema frenante;
- aumenta la fuel economy;
- aumento della capacità di trasporto;

Un basso peso e volume di immagazzinamento è particolarmente vantaggioso per veicoli con un alto consumo specifico, e per applicazioni con un elevato chilometraggio giornaliero.

Rispetto alle altre energie non fossili, aumenta la sicurezza in quanto:

- viene stoccato a temperature e pressione ambiente;
- una più bassa pressione di vapore;
- si manipola come il gasolio;
- non è tossico (in forma pura);
- è biodegradabile.

Inoltre non richiede modificazioni al sistema di stoccaggio o di rifornimento, e questo contribuisce alla facilità di conversione della flotta a biodiesel sia dal punto di vista tecnico che di costo, in quanto:

- tempi autorizzativi e spese limitati;
- non ci sono costi di transizione, in quanto non sono necessari due tipologie di carburante o di mantenimento di due flotte diverse;
- non è necessario un addestramento particolare del personale.

L'impatto ambientale

L'interesse suscitato dal biodiesel da un punto di vista ambientale, nasce dal suo potenziale di riduzione della produzione di gas di serra, poiché lo si ottiene da materia prima rinnovabile.

Analisi sul ciclo energetico e dell'anidride carbonica evidenziano come per entrambi i fattori ci sia un risparmio, rispetto alla filiera del gasolio, indicando che il biodiesel rientra pienamente negli strumenti per la riduzione dell'anidride carbonica e quindi del contenimento del più diffuso dei gas serra responsabile dell'aumento della temperatura del pianeta.

Da un punto di vista energetico, potendo utilizzare l'energia solare incorporata nella materia prima vegetale, il biodiesel presenta un bilancio energetico positivo, nel senso che l'energia che si ottiene è maggiore (da 1,2 a 1,5 volte) di quella consumata durante tutte le fasi di produzione; tenendo anche conto dell'impiego di tutti i prodotti secondari ottenuti, il guadagno energetico può arrivare ad un rapporto di 4 a 1. Anche considerando le emissioni che si producono nelle fasi di coltivazione e trasformazione, il risparmio di CO₂ emessa, rispetto al gasolio, è dell'ordine di 2,1 tonnellate per ogni tonnellata di gasolio sostituito.

L'utilizzo del biodiesel negli impianti di riscaldamento e nei motori diesel, puro od in miscela permette una sostanziale riduzione degli inquinanti. Oltre alla riduzione degli inquinanti tradizionali, si deve sottolineare che, all'interno di una stessa famiglia di inquinanti, la composizione qualitativa di quelli emessi dal biodiesel è diversa rispetto a quella del gasolio minerale e le caratteristiche di nocività sono altrettanto diverse. Alcune ricerche preliminari indicano che l'impatto sulla salute della categoria di inquinanti derivanti dal biodiesel è minore rispetto al gasolio convenzionale.

A livello di inquinamento locale, l'utilizzo del biodiesel al posto del gasolio comporta la netta riduzione delle emissioni di idrocarburi incombusti e della fumosità, mentre gli ossidi di zolfo sono sostanzialmente assenti. Anche il particolato diminuisce, mentre le emissioni di ossido di carbonio rimangono sostanzialmente stabili o presentano una leggera diminuzione; al contrario quelle di ossidi di azoto mostrano un lieve incremento.

Il biodiesel è prontamente biodegradabile nelle acque superficiali (secondo la definizione EPA) e questa caratteristica lo rende desiderabile per vari utilizzi, quali: impiego in aree protette per nautica e trasporti su terra e ovunque sussista il pericolo di perdite di combustibile. Ricerche svolte evidenziano un comportamento molto simile a quello del destrosio: in soluzione acquosa (protocollo EPA 560/6-82-003) dopo due giorni gli acidi grassi non sono più rilevabili, mentre dopo 28 giorni risulta trasformata in CO₂ una quantità variabile tra l'85 e l'89% del prodotto iniziale (contro il 18% del gasolio). Peraltro, il biodiesel in miscela aumenta le caratteristiche di biodegradabilità in misura più che proporzionale alla sua concentrazione nel gasolio.

Dal punto di vista tecnico, il decadimento delle caratteristiche lubrificanti del gasolio, imputabili alla desolforazione spinta attuata in raffineria, viene compensato dall'aggiunta di biodiesel, che può quindi essere considerato a tutti gli effetti un miglioratore di lubricty, al pari di specifici additivi chimici.

La situazione in Italia

La produzione agricola di semi oleosi sta alla base di tutta la filiera energetica del biodiesel.

La produzione italiana, dopo anni di espansione, è in forte calo e si concentra sulla soia (che, peraltro non viene impiegata in Europa per la produzione di biodiesel) e, in misura minore, sul girasole, mentre molto limitata è la produzione di colza.

Negli ultimi anni, le superfici coltivate ad oleaginose per la produzione di biodiesel sono state prevalentemente quelle destinate a set-aside, per le quali sono stati previsti contributi UE specifici.

Tali superfici non hanno mai superato i 60.000 ha/anno e sono state caratterizzate da rese medie di olio inferiori a 1 t/ha.

Analizzando più in dettaglio la situazione italiana si rileva che, dopo un boom iniziale, attualmente si nota una scarsa propensione ad utilizzare allo scopo le superfici a set-aside con produzioni non-food, e la quasi totalità dei produttori di biodiesel utilizza olio vegetale reperito sul mercato internazionale. Sono proprio le esperienze dei primi anni ad indurre molti agricoltori a fare marcia indietro ed optare per la semplice messa a riposo del terreno: in molte zone il non-food non appare conveniente.

Per quanto concerne l'attuale campagna 2000, sembra che vi sia una modesta ripresa, anche se bisogna considerare che il tasso di set-aside obbligatorio è raddoppiato rispetto alla campagna precedente (dal 5 al 10%).

Disaggregando i dati per singole regioni si rileva come primo periodo di boom delle oleaginose non-food sia legato soprattutto alla forte diffusione nelle aziende della pianura padana; successivamente si è avuto un calo generalizzato, ma assolutamente impressionante in termini relativi e assoluti proprio al Nord, calo che ha determinato la quasi scomparsa della colza, che pure non ha mai avuto un vero successo, mentre il girasole è riuscito a resistere su discrete superfici, grazie alle regioni più vocate del Centro Italia.

Attualmente, nei paesi dell'Unione Europea, il biodiesel detiene la quota di mercato maggiore tra i biocombustibili ed è prodotto su scala industriale essenzialmente in Italia, Francia, Germania, Belgio ed Austria, in quantità oscillanti fra 600.000 e 700.000 t/anno.

In particolare, in Francia, dove vige già da tempo l'uso defiscalizzato del biodiesel in miscela al 5% con gasolio senza nessuna restrizione, la produzione 1997 ha sfiorato le 280.000 tonnellate. Inoltre in questo paese, dal gennaio 1999, c'è l'obbligo in tutte le città con più di 100.000 abitanti, di utilizzare carburanti con almeno il 2,7% di contenuto di ossigeno, che per le motorizzazioni diesel equivale all'utilizzo di miscele al 20% di biodiesel.

La produzione italiana è stata avviata nel 1992. In questi ultimi anni si è assistito alla nascita e al consolidarsi di un mercato limitato, ma non trascurabile, che può contare su un sistema di produzione industriale e su una rete di distribuzione adeguati alle esigenze attuali e a quelle prevedibili nel prossimo futuro. Protagoniste del mercato sono una decina di imprese dotate di una capacità produttiva complessiva pari a 500.000 – 600.000 t/anno.

Indipendentemente dalla materia prima utilizzata, il biodiesel prodotto è impiegato quasi interamente per il riscaldamento.

Il costo di produzione del biodiesel è più alto di quello dei corrispondenti combustibili fossili¹⁹; in Italia è circa tre volte superiore a quello del gasolio. In relazione al suo prezzo non competitivo, il biodiesel gode di una agevolazione fiscale, limitatamente ad un contingente prefissato, sotto forma di esenzione dall'accisa che è stata introdotta nel 1993 (Decreto Legge n. 331 del 30 agosto 1993, Legge n. 427 del 29/10/1993, DM 31/12/1993), e più volte reiterata e parzialmente rivista dalla normativa seguente (in particolare il Decreto Legislativo n. 504 del 26/10/95 e il DM 219 del 22/05/1998). Recentemente si è provveduto a modificare il contingente annuo che beneficia della esenzione, che è stato portato da 125.000 a 300.000 t/anno dall'art. 21 della Legge n. 388 del 23/12/2000 (Legge Finanziaria 2001). Il contingente è ripartito fra le società produttrici o importatrici con Decreto del Ministero delle Finanze. Tale ripartizione viene reiterata ogni anno e ad essa partecipano, oltre a sei produttori nazionali, anche imprese con stabilimenti all'estero.

¹⁹ Per fare una tonnellata di biodiesel in media è necessaria una superficie di 1 ha, coltivata a colza o girasole, da cui si ottengono 2,5 ton di semi da spremere ed avere circa una tonnellata di olio che fornisce circa una tonnellata di biodiesel.

In questo caso, non essendo soggetto all'accisa cui è sottoposto il gasolio, il prezzo finale risulta inferiore a quello del gasolio stesso.

L'attuale defiscalizzazione del biodiesel ha un limite fisico ed uno temporale che ne impediscono un reale sviluppo, anche in termini di incremento dell'efficienza e della competitività, che condurrebbe comunque ad un'ulteriore diminuzione dei costi di produzione.

Il D.M. 12.2.96, modificando il precedente D.M. 31.12.93, prevedeva la commercializzazione del biodiesel puro e in miscele con il gasolio, con vincolo che la commercializzazione fosse limitata al segmento extra-rete e che le miscele fossero preparate nei depositi fiscali.

Con il Decreto 219/98, recante norme sul contingente di biodiesel ammesso all'esenzione dall'accisa, vengono fissati alcuni punti essenziali per la produzione e l'uso del biodiesel e vengono introdotte alcune importanti novità.

Le più significative riguardano la commercializzazione e l'utilizzo e le materie prime da cui può essere ottenuto.

Per quanto concerne la commercializzazione, la novità introdotta, consistente nel considerare le miscele gasolio/biodiesel con contenuto di biodiesel minore o uguale al 5% alla stregua del gasolio minerale, permette di inviare tali miscele al consumo sia presso utenti extrarete, sia in rete. Per miscele contenenti una quantità di biodiesel superiore al 5% resta, invece, l'obbligo del consumo extrarete.

Per quanto concerne l'utilizzo di materie prime, con il nuovo Decreto viene eliminato il vincolo di approvvigionamento di olii provenienti da coltivazioni set-aside. Inoltre, per la produzione di biodiesel si possono utilizzare oli vegetali e loro derivati e quindi anche sotto prodotti della lavorazione quali acidi grassi e oli acidi.

Indicazioni e politiche di sviluppo

In riferimento a indicazioni, accordi, azioni normative e piani strategici a favore dello sviluppo della filiera biodiesel, oltre alla Conferenza di Kyoto, al Libro Bianco Unione Europea sulle energie rinnovabili, al PNERB (elaborato dal MiPAF nel 1998) ricordiamo:

- ✓ il Programma Nazionale per la Valorizzazione delle Biomasse agricole e forestali (PNVBAF), elaborato sulla base del PNERB dallo stesso MiPAF, che individua quattro filiere strategiche, tra cui appunto quella del biodiesel, e definisce un programma di sviluppo per ciascuna di esse, con un orizzonte temporale limitato al 2003;
- ✓ la delibera CIPE n.137 11/98 nella quale viene definito, relativamente ai biocarburanti e ai biocombustibili, per il 2010 come obiettivo il raggiungimento di una quota di mercato pari a 2 Mtep, a condizione che venga adottata dalla Comunità Europea una idonea politica di sostegno al settore; tale valore è stato ripreso come riferimento nel Libro Bianco sulle fonti Rinnovabili e corrisponderebbe a circa 1.500.000/1.600.000 t/anno di biodiesel;
- ✓ il Programma Nazionale Biocombustibili (PROBIO), per promuovere iniziative di tipo pilota e l'analisi e diffusione dei risultati; per tale programma è stata autorizzata la spesa annua di poco più di 2 milioni e mezzo di Euro; esso è articolato su due livelli: uno centrale coordinato dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali e l'altro regionale, basato su "progetti dimostrativi interregionali".

Relativamente agli obiettivi del Libro Bianco riguardanti il biodiesel, l'attuale capacità produttiva dell'industria nazionale dovrebbe essere quindi praticamente triplicata con la realizzazione di nuovi impianti, a meno che non si faccia ricorso in maniera massiccia e sistematica alle importazioni da paesi terzi.

Analogamente l'estensione dei terreni che dovrebbero essere destinati alla produzione della materia prima agricola rappresenterebbe una frazione significativa della superficie agricola utilizzata ed avrebbe, come diretta conseguenza, un'operazione di riconversione colturale che dovrebbe interessare un numero notevole di aziende agricole.

A fronte di queste prospettive e a fronte di un settore industriale già pronto e di efficaci e comprovate tecnologie, è comunque evidente che, per poter essere impiegati in modo non episodico e quantitativamente significativo, i biocarburanti dovranno essere in grado di superare le barriere di diversa natura che si frappongono da un lato alla loro diffusione su larga scala e dall'altro alla disponibilità (e alla certezza della fornitura) di adeguati quantitativi di materie prime agricole a costi contenuti e di qualità adatta alla successiva trasformazione industriale.

L'adozione di misure specifiche tendenti ad incrementare notevolmente, in tempi relativamente brevi, il ricorso ai biocarburanti non può prescindere dunque dall'esistenza di una "filiera" opportunamente dimensionata che comprenda la produzione della materia prima agricola, l'apparato industriale di trasformazione, un adeguato sistema di distribuzione e, ovviamente, gli utenti finali.

Sarà necessario quindi intervenire con azioni di stimolo ed integrazione per concretizzare prospettive ed eventualmente consolidare le iniziative coerenti già avviate negli anni precedenti per effetto degli aiuti nazionali alla produzione di energie rinnovabili.

Una condizione è ritenuta essenziale ed è quella di attivare tutta una serie di azioni di stimolo e supporto, sia normative che tecnico-economiche per fornire le filiere agroindustriali degli strumenti per giungere in tempi ragionevoli e comunque entro il 2010-2012 a poter competere con le fonti ed i prodotti energetici tradizionali. In tale contesto è assolutamente necessario attivare tavoli di concertazione sui biocarburanti, oggi soggetti a competenze di tante amministrazioni diverse. Questa è una di quelle tematiche dove agricoltura, industria, ambiente e finanze devono trovare disposizioni comuni e concordate, altrimenti ci troviamo di fronte a normative e sistemi che vanno ovviamente in direzione sparsa.

Un'attenta valutazione dei risultati delle esperienze già effettuate e/o in corso nel nostro paese, costituirà, in questa ottica, una premessa indispensabile per predisporre gli strumenti legislativi e finanziari necessari per raggiungere un simile obiettivo.

Condizione preliminare per un più esteso uso dei biocombustibili è una idonea politica della Comunità Europea, alla cui definizione il nostro paese deve contribuire, coerentemente con gli obiettivi di sviluppo delle rinnovabili, anche con proposte di sostegno alle necessarie produzioni agricole. E' questo un punto particolarmente delicato, considerato che le produzioni di materia prima vegetale destinata alla produzione di biocombustibili non sono ammesse ai regimi di sostegno delle produzioni destinate a scopi alimentari e che, anzi, l'attuale sistema contingentato di defiscalizzazione del biodiesel è applicato senza tener conto dei vincoli relativi all'origine degli oli vegetali.

Ciò premesso, il punto di partenza è costituito dal punto 5.1 della delibera Cipe 137/98. Pertanto, è necessario dapprima tentare un accordo volontario tra gli operatori e le pubbliche amministrazioni, coerente con gli obiettivi perseguiti: laddove un siffatto tentativo non avesse esito, il citato punto della delibera prevede di introdurre l'obbligo di uso del biodiesel negli autoveicoli destinati al trasporto pubblico a partire dai comuni con oltre 100.000 abitanti e, in miscela con il gasolio, nella rete e nella nautica da diporto.

L e strategie da mettere in atto per rendere percorribile l'opzione dell'accordo volontario, ma anche per rendere tecnicamente possibile il rispetto degli alternativi obblighi, riguardano essenzialmente

la definizione delle modalità d'uso, la standardizzazione dei prodotti, l'adozione di strumenti di sostegno, l'avvio di azioni dimostrative su scala significativa.

Circa il primo, i biocombustibili possono essere utilizzati sia puri che in miscela con combustibili di origine fossile. Nel caso del biodiesel, la via più praticabile per la sua commercializzazione su larga scala consiste nella distribuzione in rete di miscele gasolio/biodiesel con un contenuto di biodiesel minore o uguale al 5%, in quanto tali miscele sono perfettamente equivalenti al gasolio puro e non presentano alcun problema per gli utilizzatori. L'uso in miscela con gasolio presenta, rispetto all'impiego del prodotto puro – che pure è possibile ed ampiamente sperimentato – numerosi vantaggi, di natura ambientale, tecnica ed organizzativa. Tale scelta consentirebbe da un lato di sostituire una certa percentuale di combustibile fossile con un prodotto rinnovabile, riducendo, anche se di poco, le emissioni globali di CO₂ e dall'altro, potrebbe favorire, proprio per le caratteristiche chimico-fisiche del biodiesel, la diffusione del gasolio a bassissimo tenore di zolfo nel settore dell'autotrazione.

Riguardo alla standardizzazione, diversi Paesi europei hanno fissato standard nazionali di qualità per il biodiesel e stabilito modalità e procedure per l'esecuzione dei relativi controlli, ma è necessaria la rapida definizione e adozione a livello europeo di standard di qualità e norme chiare per l'impiego dei biocombustibili e delle relative miscele e per l'individuazione di meccanismi e procedure efficaci di controllo e monitoraggio degli effetti ambientali.

Per quel che concerne l'incentivazione, si deve tener conto del fatto che il costo dei biocombustibili è notevolmente superiore a quello dei combustibili convenzionali e che sussistono i citati vincoli europei ad una incentivazione diretta delle necessarie produzioni agricole. Tali considerazioni confermano ancora una volta, per obiettivi di larga diffusione, la necessità di una organica politica di respiro europeo, alla cui definizione si deve contribuire in modo attivo a livello nazionale.

Riguardo alle azioni dimostrative, sono da promuovere, preferibilmente come primo passo attuativo di un accordo volontario, progetti dimostrativi integrati di "filiera" per l'impiego dei biocombustibili in aree urbane, nella nautica da diporto e nelle acque interne.

L'azione deve essere elaborata in base all'individuazione di specifici bacini di utenza, coinvolgendo le pubbliche amministrazioni, i produttori agricoli, l'industria di trasformazione e le infrastrutture di distribuzione.

Le azioni dimostrative dovranno primariamente permettere di:

- mettere a punto di tecniche innovative di impianto e coltivazione delle colture energetiche già identificate nell'ottica di una riduzione sostanziale dei costi di produzione e dell'impatto ambientale;
- sviluppare bilanci economici, energetici ed ambientali sull'intera filiera per l'ottenimento di dati certi relativi ad uno stesso sito e derivati dall'applicazione di tecnologie innovative;
- definizione dei cambiamenti strutturali e dei mezzi produttivi di un'azienda agricola a seguito del cambiamento di indirizzo produttivo;
- dimostrazione agli agricoltori ed alle associazioni di categoria della validità della filiera biodiesel e del relativo ritorno economico;
- divulgazione agli agricoltori, delle tecniche di coltivazione nonché della possibilità di aggregazione al fine della costituzione di organizzazioni agro-energetiche.

In questa fase andrà anche verificata la possibilità di un opportuno utilizzo di prodotti di scarto (scarti e reflui di lavorazioni agroalimentari, quali oli di frittura esausti, scarti della macellazione e

della lavorazione di carni, acidi derivanti dalla lavorazione dell'olio di oliva, ecc.), per i quali saranno da rimuovere, se nel caso, le limitazioni normative.

Inoltre i progetti dovranno essere l'occasione per dimensionare più ampie iniziative, al cui interno collocare le eventuali collaborazioni applicative dei citati meccanismi di collaborazione internazionale.

Nell'ambito dei progetti dimostrativi, oltre a verificare le condizioni necessarie alla costruzione della filiera e alla riduzione dei costi, sono da sperimentare le seguenti applicazioni:

- l'uso del biodiesel come combustibile per il riscaldamento civile e domestico in sostituzione del gasolio, laddove non sia possibile il passaggio al metano;
- l'uso di miscele biodiesel-gasolio per l'alimentazione dei mezzi pubblici di trasporto e servizio e per le imbarcazioni.

Nell'ambito delle azioni dimostrative, vale la pena citare le esperienze in corso di realizzazione in Emilia Romagna ed in Provincia di Bologna.

La Regione Emilia Romagna partecipa al programma ministeriale "Probio" con due progetti – rispettivamente di 462.000 e 482.000 Euro, relativi alla filiera del biodiesel. Sono tre gli assessorati regionali interessati alla sperimentazione (agricoltura e ambiente, mobilità e trasporti, attività produttive) con l'obiettivo di coordinare le attività di ricerca e favorire le sinergie tra vari enti. Il programma regionale si propone di studiare l'impatto sistematico del biodiesel utilizzato per autotrazione, valutandone l'efficienza energetica, l'emissione di inquinanti, la verifica delle prestazioni dei motori, gli effetti sull'ambiente.

Sono molte le aziende locali che concorrono alla realizzazione di questo progetto: in primo luogo, per quanto concerne la sperimentazione, il Centro Ricerche Produzioni Vegetali di Cesena, mentre per l'utilizzazione troviamo ATC (Azienda Consorziale di trasporto pubblico di Bologna) e l'AREA (Azienda ravennate energia e ambiente). E' inoltre previsto, al momento del suo impiego pratico, un monitoraggio dell'impatto ambientale da parte di ARPA.

La Provincia di Bologna realizzerà, invece, in collaborazione con gli istituti agrari Serpieri di Bologna e Scarabelli di Imola, prove in pieno campo sulle colture di maggior interesse per la produzione di biodiesel e realizzerà prove di riscaldamento in serre. Anche l'ACFT (Azienda consorziale di trasporto pubblico di Ferrara), l'ENEA e l'Istituto autonomo case popolari di Ravenna faranno la loro parte proponendo l'impiego di biodiesel puro per il funzionamento di alcune centrali termiche.

Per la produzione di materia prima è comunque opportuno verificare la possibilità di impiegare anche le aree demaniali golenali, estese per diverse centinaia di migliaia di ettari in ambito nazionale. Tali aree, solo saltuariamente invase dalle acque, sono oggi sovente occupate da pioppeti con problemi gestionali ed ambientali.

Pur mantenendo, naturalmente, inalterata la funzione prima di tali aree, è opportuno procedere ad uno studio di dettaglio volto ad individuare le zone che, per dimensioni e condizioni, meglio si prestano a tale uso, quali siano le specie coltivabili, quali i problemi di compatibilità ambientale che possono insorgere, quale possa essere la dimensione energetica ed economica minima per attivare prime iniziative dimostrative, tenendo conto della possibilità che alcuni problemi gestionali ed organizzativi potrebbero avvalersi, nel caso dei corsi d'acqua navigabili, del trasporto su acqua della materia prima.

L'effettivo conseguimento degli obiettivi sul biodiesel richiede che, insieme alle scelte politiche nazionali e all'adeguamento della politica europea, vengano messe in campo capacità e risorse

per costruire filiere che abbattano i costi di raccolta e attenuino le barriere di natura tecnologica, economica ed istituzionale. Tali obiettivi potranno più compiutamente definiti a valle dell'esito delle iniziative incluse nel programma nazionale per la valorizzazione energetica delle biomasse, tenuto conto di come più compiutamente si definiranno le politiche europee e nazionali nel settore, nonché della risposta dei produttori della materia prima.

3.6 Il potenziale di cogenerazione

3.6.1 Inquadramento del settore

La produzione contemporanea di energia termica ed elettrica è una delle migliori vie da seguire per ridurre l'impatto ambientale dei sistemi energetici e limitare le emissioni in atmosfera dei gas serra. Infatti la trasformazione dell'energia termica ottenuta dalla combustione di un combustibile (gas, gasolio, carbone, biogas, ecc.) in energia elettrica ha un rendimento variabile tra il 35% e il 45%.

Con lo sviluppo dei sistemi cogenerativi, il calore "di scarto", o meglio il calore che non è stato convertito in energia elettrica, viene, in parte, recuperato innalzando il rendimento globale del sistema. Tale calore può in seguito essere usato in diversi modi; dal settore civile, tramite reti di teleriscaldamento urbano o di quartiere oppure dai settori industriali che richiedono una grande quantità di vapore per i processi produttivi. E' immediatamente chiara quindi la differenza tra questo tipo di impianti e quegli impianti che producono solo energia elettrica, come le grosse centrali termoelettriche. Inoltre, poiché negli impianti combinati si genera un'energia pregiata, quale quella elettrica, gli stessi impianti sono più razionali di quelli che producono solo calore a basse temperature e che, quindi, sfruttano malamente l'energia contenuta nel combustibile.

Lo sviluppo tecnologico degli ultimi anni ha prodotto impianti di taglie estremamente variabili. Si va dai grossi impianti (> 100 MW_{el}) in grado di produrre centinaia di GWh all'anno di energia elettrica e di soddisfare il fabbisogno termico di migliaia di utenze, ai piccoli impianti di "microcogenerazione" che soddisfano la richiesta termica di un isolato o anche di un singolo edificio, producendo contemporaneamente energia elettrica che può essere utilizzata in loco oppure immessa nella rete nazionale. Tale tecnologia può anche essere applicata agli inceneritori dei rifiuti solidi urbani, sebbene i rendimenti di trasformazione (soprattutto quello elettrico) siano più contenuti. E' chiaro che è conveniente utilizzare questo tipo di impianti se ci sono utenze a cui fornire il calore recuperato.

Il teleriscaldamento può essere una delle modalità di distribuzione di tale calore. Generalmente si tratta di una rete di distribuzione a circuito chiuso, costituita da due tubi affiancati, uno di andata ed uno di ritorno, in cui circola acqua a temperature prossime ai 100°C. Questi tubi sono posati normalmente sotto la pavimentazione stradale ed i marciapiedi, direttamente nel terreno. Sottocentrali di zona assicurano la regolazione della pressione e della temperatura dell'acqua fornita alle diverse utenze, acqua che entra direttamente nel circuito di riscaldamento dei singoli utenti. Il calore utilizzato dalle utenze può essere contabilizzato con appositi dispositivi detti "contacalorie". La regolazione della temperatura ambiente e dell'acqua calda sanitaria è generalmente effettuata direttamente da ciascun utilizzatore a mezzo di valvole a due vie e termostati. Dal punto di vista dell'autonomia del singolo utente, il sistema è assimilabile ad un impianto con caldaia individuale a metano. Le principali taglie e utilizzi della cogenerazione sono riassunte nell'elenco seguente:

Grandi centrali termoelettriche: La potenza di tali impianti varia da 100MWe fino a 1000 MWe. Data l'elevata potenza sarebbe opportuno utilizzare il calore per teleriscaldare vaste aree urbane. Dato però il basso livello di accettabilità di tali impianti (elevato impatto ambientale e visivo, problemi legati alla sicurezza) generalmente vengono localizzate lontano dai centri urbani, rendendo più complicato l'allacciamento delle utenze.

Industria: questa applicazione risulta vantaggiosa soprattutto dove il ciclo produttivo richiede un elevato e contemporaneo consumo di energia elettrica e vapore di processo. Le centrali funzionano generalmente durante tutto l'anno. Potenza elettrica tipica: 10-100 MWe.

Inceneritori di rifiuti solidi urbani: generalmente tali impianti si trovano vicino ai centri urbani, e quindi ben si adattano all'utilizzo del calore per il teleriscaldamento urbano. Gli inceneritori funzionano durante tutto l'anno. Potenza elettrica tipica: 5 – 50 MWe.

Quartieri o isolati: i motori primi in grado di servire aree di questo tipo (tramite microreti di teleriscaldamento) sono generalmente di piccole dimensioni (da 1 MWe a 10 MWe) e funzionano solo quando c'è una richiesta di energia termica. Infatti, il costo di produzione del kWh per questi impianti, senza l'utilizzo del calore recuperato, risulta troppo elevato rispetto ai costi di mercato. Le ore di funzionamento all'anno, per questi impianti oscillano 3.500 e 5.000, e il rendimento globale è molto alto.

Singoli edifici: la cogenerazione per i singoli edifici prende il nome di "microcogenerazione". Il funzionamento e il rendimento sono simili al caso precedente tuttavia la taglia degli impianti risulta molto più contenuta (< 1 MWe).

Per quanto riguarda il settore civile, la taglia dell'impianto dipende da numerosi fattori. La presenza sul territorio di operatori energetici disposti a produrre energia elettrica in cogenerazione, impianti di incenerimento dei rifiuti solidi urbani localizzati in prossimità dei centri abitati o la presenza di autoproduttori industriali rende l'ipotesi del teleriscaldamento valida per ulteriori indagini.

La costruzione "ex novo" di un impianto di cogenerazione con la relativa posa della rete di distribuzione deve essere invece valutata molto attentamente. Per prima cosa bisogna effettuare una attenta indagine sulla disponibilità da parte dell'utenza all'allacciamento. Non è assolutamente detto infatti che gli utenti accettino di eliminare la vecchia o nuova caldaia per allacciarsi alla rete. I problemi legati all'accettazione individuale e ai dubbi (molto pochi) sull'affidabilità del sistema rendono molto delicata tale fase di indagine. Se poi si somma il disagio dovuto alla posa delle tubazioni (che può durare anche alcuni anni e che comunque è necessaria anche se l'impianto è già presente) ci si rende conto quanto sia complicata la progettazione e la gestione di un'infrastruttura tecnologica di questo tipo.

La tendenza, almeno nei centri urbani ad elevata densità, è quella di sviluppare sistemi di cogenerazione di quartiere o di isolato oppure impianti di microcogenerazione in grado di soddisfare il fabbisogno di un singolo edificio o di qualche centinaio di utenti.

La produzione contemporanea di energia elettrica e calore con impianti di piccola taglia è una tecnologia ormai matura da molto tempo. La cogenerazione di piccola taglia è una tra le soluzioni migliori per la realizzazione di un sistema di produzione energetica decentralizzato. La produzione locale di energia elettrica avviene in prossimità dell'utenza, riducendo le perdite di trasporto e aumentando il rendimento energetico complessivo. La piccola cogenerazione, o micro-cogenerazione, è caratterizzata da un basso impatto ambientale, con conseguente avvicinamento agli obiettivi del protocollo di Kyoto. Impianti con potenza elettrica inferiore a 1 MWe, possono essere utilizzati per soddisfare il fabbisogno di ospedali, alberghi, centri commerciali, centri sportivi e piscine, grandi complessi residenziali, serre e piccole/medie industrie. Per motivi gestionali ed economici, tali impianti risultano convenienti quando viene utilizzato quasi tutto il calore da parte dell'utenza.

Ultimamente si stanno sviluppando dispositivi in grado di utilizzare biogas come combustibile (p.e. da discariche, depuratori, aziende di allevamento di bestiame) o biomassa di origine lignocellulosa. Il recupero di calore, in questo caso, è ridotto rispetto all'uso di combustibili tradizionali, tuttavia l'impatto ambientale risulta drasticamente minore. In Europa la micro

cogenerazione ha avuto un forte sviluppo soprattutto in Olanda (più di 2500 impianti), Germania (1600 impianti), Regno Unito (1200) e Danimarca. In Italia sono stati realizzati circa 700 impianti con una potenza elettrica inferiore a 1.000 kW_e.

I moduli cogenerativi vengono tipicamente forniti come impianto “chiavi in mano”. Si basano su motori a combustione interna a ciclo otto o ciclo diesel o su micro-turbine. Più recentemente stanno emergendo nuove tecnologie, come cogeneratori a motore Stirling, o celle a combustibile, dispositivi in grado di trasformare direttamente l'energia chimica del combustibile in energia elettrica.

Motore primo	Combustibile	Rendimento el.	Rendimento globale
Motore ciclo otto	gas naturale, GPL, biogas	0,25–0,38	0,80–0,92
Motore ciclo otto a combustione magra ($\lambda=1,6..1,8$)	gas naturale, GPL, biogas	0,30–0,38	0,80–0,92
Motore ciclo diesel	gasolio, bi-fuel (miscela gas e gasolio)	0,33–0,42	0,75–0,85
Micro-turbine	gas naturale	0,2–0,33	0,75–0,85
Pile a combustibile	gas naturale	0,4–0,5	0,9
Motore Stirling	tutti i combustibili		0,9

Tabella 3.43 Cogenerazione-tecnologie disponibili

Si possono utilizzare anche altre tecnologie in grado di aumentare l'efficienza energetica del sistema:

- condensazione dei gas di scarico e recupero del calore latente (7-10% in più di potenza termica);
- recupero delle perdite di calore con una pompa di calore direttamente alimentata dal motore (10-12% in più di potenza termica);
- sistema di raffreddamento caldo con produzione di acqua surriscaldata a 125°C, con la possibilità di alimentare un impianto di assorbimento per il raffrescamento estivo di edifici;
- sistema di raffreddamento con produzione di vapore a bassa pressione per processi industriali.

I costi specifici di investimento e di produzione di un impianto di cogenerazione dipendono prevalentemente dalla potenza installata. Una prima stima di tali costi si evince dalla rappresentazione grafica seguente. Il costo medio di investimento per un impianto (modulo cogenerativo, impianti ausiliari, montaggio) varia tra 9.000.000 Lire/kW_e per le piccole potenze, a 1.100.000 Lire/kW_e (4.650 Euro/kW_e) per un impianto di 1.000 kW_e (570 Euro/kW_e). Gli impianti ausiliari (impianto elettrico, serbatoio calore, caldaie di integrazione, centralina, ecc.) contribuiscono per il 50% al costo complessivo (30% per gli impianti più grandi). Il costo del chilowattora elettrico autoprodotta tiene conto di quattro elementi: costi di investimento, costi di gestione e manutenzione (O&M), costo del combustibile e ricavi dal recupero di energia termica. Gli eventuali ricavi dalla vendita di eccedenze di energia elettrica non vengono considerati perché si assume che tutta l'energia elettrica autoprodotta venga assorbita internamente, cioè senza ricorrere a scambi con la rete. I costi di produzione calcolati variano tra 274 Lire/kWh_e per un cogeneratore di 7kW_e e 71 Lire/kWh_e per un cogeneratore di 1000 kW_e. Considerando le tariffe

elettriche in vigore per clienti vincolati (circa 400–144 Lire/kWh_e), si ottengono tempi di ritorno del investimento compresi tra 3–8 anni.

Nel grafico 3.7.1 si riportano i costi specifici d'investimento e di produzione dell'energia elettrica (al netto del risparmio ottenuto dal recupero del calore) con le seguenti assunzioni di base:

- funzionamento: 4000 h/a;
- durata dell'impianto: 15 anni;
- tasso di sconto: 6%;
- tariffa gas per cogenerazione: 600 Lire/Nm³;
- tariffa gas per riscaldamento: 1000 Lire/Nm³.

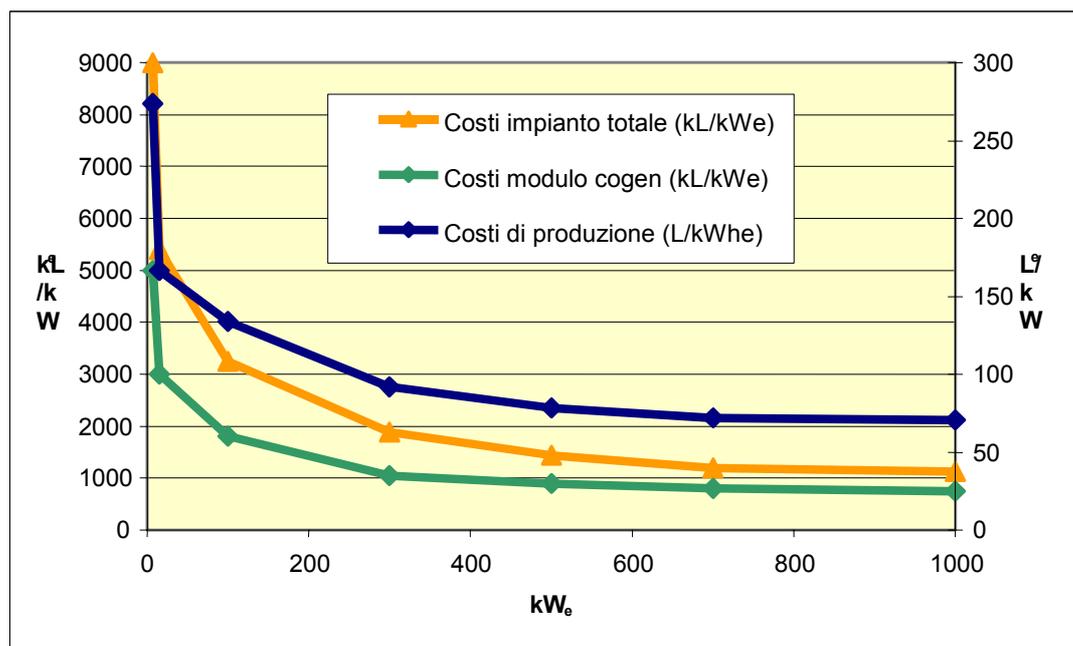


Figura 3.4 Costi della cogenerazione

3.6.2 La situazione in Italia ed in Provincia di Bologna

In Italia la produzione di energia elettrica da cogenerazione ammonta a 47 TWh (circa il 18% della produzione elettrica totale) con una potenza installata di circa 10.000 MW elettrici (dati 1998). Gli autoproduttori rappresentano il 92% della capacità cogenerativa installata ed il 95% della produzione. Quasi il 90% del totale termoelettrico installato presso gli autoproduttori è rappresentato dagli impianti di cogenerazione. Tale valore scende al 50% per le imprese elettriche degli Enti Locali ed al 12% per le altre imprese elettriche. Nessun impianto cogenerativo, sempre nel 1998, risultava in esercizio presso ENEL SpA. I dati riportati comprendono anche la cosiddetta cogenerazione civile, la cui utenza termica include il teleriscaldamento. Alla fine del 1997 risultavano in esercizio 27 sistemi di teleriscaldamento con una potenza elettrica installata di 615 MW ed una potenza termica immessa in rete di 1452 MWt.

La tipologia di impianto più diffusa è costituita dai cicli combinati (46% del totale), avendo registrato nell'ultimo decennio un notevole sviluppo, sia in termini di prestazioni che in termini di costi di installazione. Il combustibile più utilizzato è rappresentato dal gas naturale (68%).

Per quanto riguarda la cogenerazione di piccola taglia si deve sottolineare che, rispetto ad altri paesi europei, essa trova in Italia un quadro normativo piuttosto favorevole, fondamentalmente grazie a tre fattori:

Sconti fiscali: grazie alla defiscalizzazione del combustibile di cui godono gli autoproduttori italiani, il periodo di ritorno di un investimento in cogenerazione è generalmente inferiore ai quattro anni.

Incentivi: in base alle Leggi 9 e 10 1991 sono disponibili incentivi e contributi finanziari fino al 30% del costo complessivo di investimento (i finanziamenti sono in parte già esauriti o non vengono più erogati).

Vincoli ambientali: il decreto sulla "poca significatività" (DPR 25 luglio 1991) consente una procedura semplificata per le attività che comportano inquinamento atmosferico poco significativo e tra queste rientrano gli impianti di cogenerazione con potenza termica (immessa con il combustibile) inferiore a 3 MW se alimentati a metano o GPL e inferiore a 1 MW se alimentati a benzina o gasolio.

Dall'altra parte questi vantaggi vengono contrastati da un iter burocratico lungo e oneroso. L'iter è così sintetizzabile:

- comunicazione al MICA (Ministero dell'Industria), ENEL e UTIF dell'intenzione di avviare un impianto;
- richiesta all'UTIF per la defiscalizzazione del combustibile;
- richiesta di esame progetto ISPEL;
- eventuale richiesta contributi Legge 10/91;
- denuncia alla Regione di emissioni gassose poco significative;
- progetto e sicurezza dell'impianto elettrico (Legge 46/90);
- richiesta registro fiscale UTIF;
- taratura in loco misuratori fiscali UTIF con ottenimento licenza di officina;
- taratura dispositivo di interfaccia con ottenimento regolamento di esercizio;
- stipula convenzione per cessione e scambio di energia elettrica.

Un altro ostacolo che ha frenato e frena tuttora lo sviluppo della piccola cogenerazione in Italia, come in altri paesi, è rappresentato dalla liberalizzazione del mercato energetico. Le aspettative di tariffe più basse sono sfavorevoli per tutti progetti di risparmio energetico che richiedono un investimento iniziale elevato.

Al 1999, risultavano attivi sul territorio provinciale circa venti impianti di cogenerazione, di cui 12 impianti di autoproduzione industriale. La produzione elettrica complessiva è risultata pari a 290 GWh (circa il 96% della produzione elettrica locale e pari al 6,8% del fabbisogno complessivo provinciale). La quasi totalità degli impianti è alimentata a gas metano.

Da sottolineare il fatto, inoltre, che tutto il parco termoelettrico di autoproduzione è costituito da impianti in cogenerazione.

Anno	N. impianti	Potenza motori primi (MW)	Produzione (MWh)	Combustibile
1993	12	69.6	103.392	Gas naturale
1994	15	75.4	166.580	Gas naturale
1995	14	79.9	197.382	Gas naturale
1996	14	84.3	211.024	Gas naturale
1997	15	81.1	226.423	Gas naturale
1998	14	80.7	215.332	Gas naturale
1999	14	80.7	252.547	Gas naturale

Tabella 3.44 Impianti di cogenerazione in Provincia di Bologna

Per quanto riguarda invece la ripartizione di tali impianti per categoria di industria, la situazione al 1999 è riportata nella tabella seguente.

Categoria industriale	N. impianti	Potenza motori primi (MW)
Chimiche	1	4.8
Energetiche	1	6.4
Cemento e laterizi	1	1.1
Ceramiche e vetrarie	2	5.4
Alimentari	3	45.1
Cartarie	4	17.9
TOTALE	12	80.7

Tabella 3.45 Impianti di cogenerazione per categoria di industria

I restanti 7 impianti di produzione combinata, sono concentrati, per la maggior parte nel Comune di Bologna, come si evince dallo schema di seguito riportato. I dati riportati comprendono anche la cosiddetta cogenerazione civile, abbinata, cioè, a reti di teleriscaldamento cittadino.

Impianto	Ubicazione	Anno installazione	Combustibile	Potenza elettrica (MW)	Potenza termica (MW)
COGEN*	Bologna	1995	Gas naturale	6.4	9.3
Aldini Valeriani	Bologna	1989	Gas naturale	0.56	0.94
Ospedale Rizzoli	Bologna	1994	Gas naturale	0.56	0.85
Fossolo-Manfredi*	Bologna	1997	Gas naturale	2.11	2.77
Incener. Frullo*	Bologna	1990	RSU	7.2	
Monterenzio*	Monterenzio	1992	Gas naturale	0.2	0.28
Montericcio*	Imola	1988	Gas naturale	5.6	8.3
TOTALE				22.63	22.44

* impianti collegati con una rete di teleriscaldamento cittadino

Tabella 3.46 Impianti di cogenerazione con produzione combinata

Nell'ultimo decennio, la cogenerazione "cittadina" ha conosciuto un fortissimo sviluppo in Provincia di Bologna. Come evidenziato dai grafici a seguire, infatti, le produzioni termica ed elettrica sono cresciute sensibilmente ed in maniera costante, arrivando nel 1999 a valori pari a 163.764 MWhe e 111.282 MWht rispettivamente.

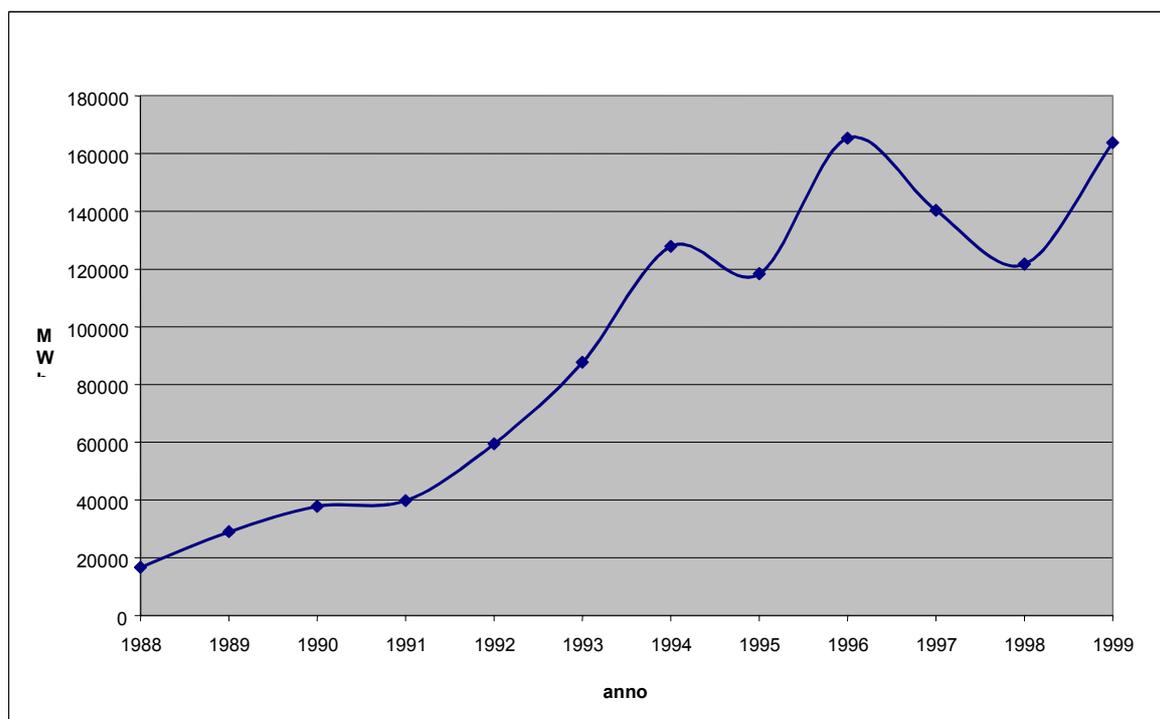


Figura 3.5 Produzione di energia elettrica da cogenerazione in Provincia di Bologna

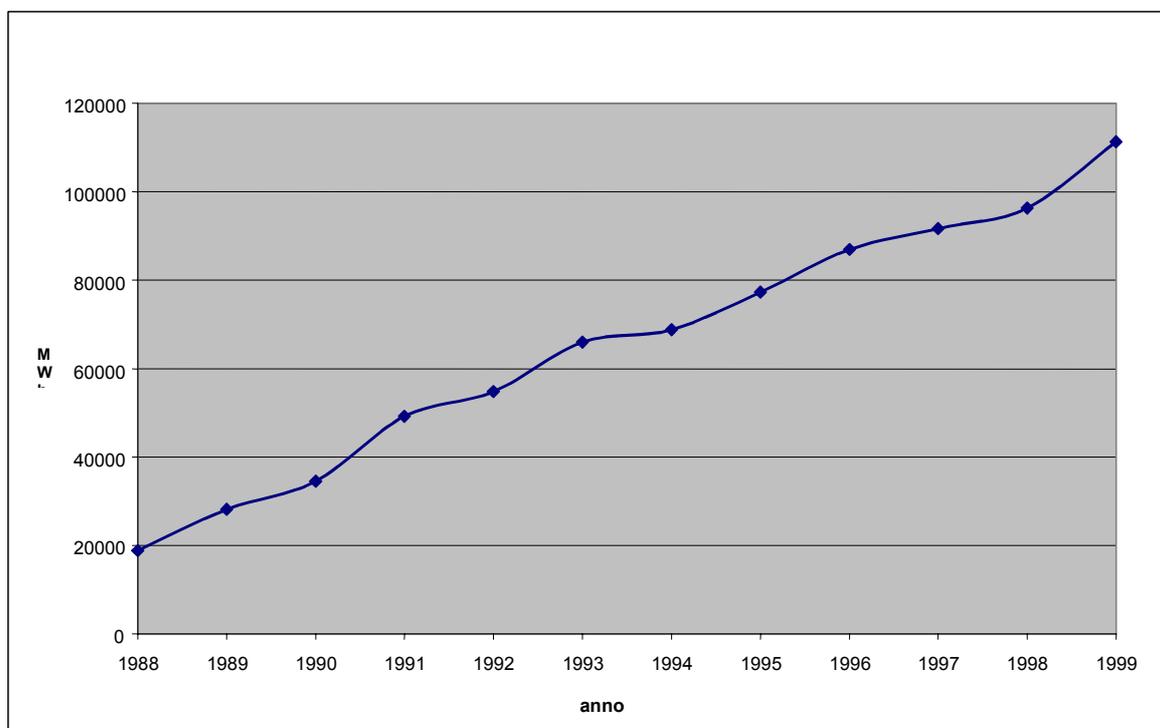


Figura 3.6 Produzione di calore da cogenerazione in Provincia di Bologna

3.6.3 Indicazioni e politiche di sviluppo

Data la grande importanza della cogenerazione di energia elettrica e di calore per buona parte dei settori industriali che presentano fabbisogni contemporanei delle due forme di energia, è necessario incentivarne lo sviluppo. Ove le condizioni lo consentano, sono da considerare con attenzione le possibilità di dimensionare gli impianti industriali in modo tale da poter servire, mediante reti di teleriscaldamento, utenze residenziali e terziarie poste nelle vicinanze dell'installazione.

La tendenza, almeno nei centri urbani ad elevata densità, deve essere quella di sviluppare sistemi di cogenerazione di quartiere o di isolato oppure impianti di microcogenerazione in grado di soddisfare il fabbisogno di un singolo edificio o di qualche centinaio di utenti.

Le politiche di sviluppo della microcogenerazione in alcuni settori sono ancora molto limitate dalla struttura del mercato dell'energia elettrica. Questo soprattutto nel settore residenziale, dove l'energia elettrica dovrebbe essere venduta a tutti gli utenti del condominio. In base al Decreto Bersani sulla liberalizzazione del mercato elettrico nei prossimi anni non sarà ancora possibile vendere energia elettrica direttamente a utenze domestiche. Il potenziale della microcogenerazione nel settore domestico potrà quindi essere realizzato soltanto dopo la piena apertura del mercato elettrico in Italia, che è comunque probabile avvenire entro il 2010. Il problema ovviamente non sussiste nel caso di utenze più consistenti, come quelle relative alle grosse strutture del terziario, dove il proprietario degli impianti di micro-cogenerazione figura anche come unico utente dell'energia elettrica autoprodotta.

Più in generale, si può comunque affermare che i rischi principali per l'implementazione della cogenerazione sono rappresentati dall'attuale incertezza riguardo al quadro normativo per la vendita e la trasmissione di energia elettrica da parte di terzi e dall'incertezza nei confronti dei prezzi dell'energia elettrica, che si stabilizzeranno dopo l'apertura piena del mercato elettrico. Inoltre si rendono necessari nuovi strumenti di garanzia finanziaria e di incentivi, che consentano di fronteggiare l'elevato costo di investimento iniziale ed i tempi di medio termine di ritorno dello stesso.

A questo proposito si ritiene necessaria la promozione di accordi volontari locali, per la realizzazione dei singoli progetti, tra gli Enti Locali, i soggetti finanziatori e le aziende titolari dei progetti. Inoltre, azioni di sviluppo di ulteriori sistemi di cogenerazione potrebbero rientrare nell'ambito dell'accordo di programma per la cogenerazione stipulato tra MICA, MINAMB, conferenza delle regioni, unione province, ANCI, ENEA, ABI e conferenza permanente per il contributo energetico ambientale del riscaldamento tramite reti.

La messa in opera di iniziative volte alla introduzione di questa tecnologia in particolari edifici adibiti ad uso pubblico, accompagnata da una idonea informazione sui benefici conseguibili, stimolerà sicuramente la domanda di introduzione della stessa tecnologia anche in ambito privato. Le aziende di distribuzione del gas dovrebbero diventare i promotori principali di questi interventi, potendo in questo modo aumentare le vendite di gas ampliando, nello stesso tempo, le proprie attività con un nuovo servizio di fornitura di calore ed elettricità, un servizio che consente un legame più stretto e durevole tra l'azienda e i suoi utenti finali. Ciò può contribuire anche a diffondere l'immagine di una azienda moderna, innovativa ed impegnata per la riduzione dell'impatto ambientale. Un'immagine positiva dell'azienda è un fattore fondamentale per la sopravvivenza in un mercato del gas liberalizzato.

4 LA DOMANDA DI ENERGIA

L'uso razionale dell'energia può essere definito come quella operazione tecnologica con la quale si intende conseguire l'obiettivo di realizzare gli stessi prodotti o servizi (in quantità e qualità) con un minor consumo di energia primaria ed eventualmente con un maggior impegno di risorse d'altro tipo (capitale, lavoro, materiali, ecc.).

Questa definizione distingue l'uso razionale dell'energia dal sacrificio energetico, che è invece un'operazione economico-sociale con la quale si intende incentivare gli utenti (con la propaganda, con le tariffe, con il razionamento) a modificare le loro abitudini di consumo nel senso di soddisfare i propri bisogni finali con modalità che comportino minori consumi di energia primaria. In questo caso quindi il servizio offerto è di qualità diversa.

Sin dallo shock petrolifero degli anni '70, il risparmio energetico ha acquistato un ruolo importante ripresentandosi con maggiore vigore proprio nel corso del 2000 con il rincaro petrolio e il rafforzamento del dollaro sull'Euro.

Risparmiare ha acquisito una nuova valenza: non è una rinuncia, ma una possibilità. Il punto di forza di tale approccio consiste nel suo ruolo di risorsa energetica: ogni kWh risparmiato può essere, infatti, reso disponibile per altri usi.

Nel quadro di una pianificazione integrata delle risorse (IRP), il risparmio si pone come valutazione del potenziale di gestione della domanda (DSM), esattamente al pari livello della valutazione del potenziale dell'offerta.

In una situazione come quella italiana, ove la dipendenza dai combustibili fossili per la produzione è elevata, il potenziale di risparmio acquista una particolare rilevanza.

Sviluppatisi negli Stati Uniti, negli anni '80, soprattutto attraverso interventi di DSM da parte delle aziende elettriche, la politica del risparmio energetico ha preso forza in Europa (e in Italia) nel corso degli anni '90.

A livello europeo si è assistito a un importante lavoro da parte della Commissione Europea nello sviluppare strumenti normativi (ad esempio l'etichettatura energetica delle apparecchiature domestiche²⁰), strumenti di studio e promozione del risparmio (finanziamenti comunitari dei progetti SAVE), organismi di promozione del risparmio (agenzie per l'energia), strumenti di incentivazione e trasformazione del mercato (azioni di DSM, azioni di procurement, standard di efficienza, accordi volontari).

Per quanto riguarda l'Italia, si è avuta la formulazione di un quadro normativo (leggi 9/91 e 10/91) sin dall'inizio degli anni '90.

La legge N. 9 è così intitolata: *“Norme per l'attuazione del nuovo piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali”*.

Gli aspetti più rimarchevoli della legge sono espressi dagli Art. 20, 22, 23, 29 e 31. Tra essi, ad esempio, l'Art. 31 istituisce il marchio “Risparmio Energetico” per gli apparecchi domestici e per i sistemi di illuminazione ad alto rendimento.

²⁰ L'Unione Europea con le Direttive Comunitarie 94/2/CE, 96/89/CE e 97/17/CE che implementano la Direttiva 92/75/EEC, impone l'obbligo dell'energy-labelling (etichettatura sulla qualità energetica) dei frigoriferi/congelatori (in vigore dal 1° gennaio 1995), lavabiancheria (in vigore dal 1° aprile 1996) e asciugabiancheria (in vigore dal 30 settembre 1996) e delle lavastoviglie (in vigore dal 1° luglio 1999). L'implementazione in Italia ha subito forti ritardi: nel maggio del 1998 per i frigoriferi/congelatori (DM 2 aprile 1998) e nell'ottobre del 1998 per le lavatrici (DM 7 ottobre 1998). La Direttiva sulle lavastoviglie è stata recepita in Italia da pochissimo tempo (novembre 1999) ed è divenuta operativa nel maggio 2000.

La legge N.10 è così intitolata: “*Norme per l’attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*”.

L’Art. 1 definisce finalità e ambito di applicazione della legge, favorendo e incentivando:

4. L’uso razionale dell’energia.
5. Il contenimento dei consumi di energia nella produzione e nell’utilizzo di manufatti.
6. L’utilizzazione delle fonti rinnovabili di energia.
7. La riduzione dei consumi specifici di energia nei processi produttivi.
8. La sostituzione degli impianti nei settori a più elevata intensità energetica.

A tutto ciò non è però corrisposto un’implementazione adeguata, omogenea per tutto il Paese. Si è sviluppato un discreto lavoro di pianificazione (piani regionali e comunali), ma è mancata l’implementazione di azioni di rilievo sul fronte del risparmio, sia per il mancato utilizzo degli incentivi regionali (disponibili, seppur a singhiozzo), sia per la scarsa attivazione di interventi di DSM. In ogni caso gli impegni sul fronte del risparmio sono sempre rimasti su base volontaristica e soprattutto di tipo informativo e solo recentemente si stanno attivando schemi nazionali e/o locali di monitoraggio, promozione ed intervento (attivazione degli sportelli e agenzie per l’energia, possibili incentivi ai produttori di elettrodomestici –analogamente alla campagna promossa nel settore automobilistico-, iniziative di auditing energetico –soprattutto nel settore terziario-, campagne per la promozione delle lampade fluorescenti compatte e degli elettrodomestici ad alta efficienza).

Il caso dell’energia elettrica è interessante per capire le reali tendenze attuali. Con il riassetto del settore e la promozione del libero mercato, i segnali che giungono dai produttori e distributori di energia elettrica attualmente presenti sul mercato italiano, non sono positivi rispetto all’intenzione di dare spazio al risparmio energetico. Tutto ciò è comprensibile dato che l’azienda ha comunque interesse a vendere dei chilowattora. Purtroppo, la difficoltà a comprendere l’importanza a offrire non solo una fornitura di energia, ma anche un servizio (che includa il ricorso ad apparecchi efficienti), è legata anche alla non definizione, da parte dell’*Autorità per l’energia*, dei meccanismi di recupero dei costi sostenuti da una azienda per iniziative di DSM (previsti per legge nell’adeguamento tariffario). Da quanto emerge anche in altre realtà europee, le utility stanno tendendo decisamente a politiche di marketing di tecnologie elettriche, che, pur nell’intento di spingere a maggiore efficienza, consentano una maggiore diffusione di usi elettrici, garantendo dunque di conservare grosse opportunità di mercato.

Nel “Green Paper” della Comunità Europea, pubblicato nel dicembre 2000, si considera come la liberalizzazione del mercato debba essere controbilanciata da azioni chiare di una politica energetica attenta alla gestione della domanda e quindi all’efficienza energetica. Nel documento si dichiara che tutte le nuove tecnologie (ad alta efficienza) dovranno avvantaggiarsi dell’appoggio comunitario. L’Unione Europea preferisce adattare il supporto alle nuove tecnologie sulla base delle richieste provenienti a livello locale, piuttosto che incentivare le tecnologie in sé.

In tal senso, la politica nazionale, con l’emanazione dei *Decreti del 24 Aprile 2001* sembra aver finalmente recepito tale necessità, dopo anni di segnali non chiari nonostante, in preparazione ai lavori di Kyoto del 1997, fossero state dichiarate le possibilità e l’impegno in Italia a una forte riduzione dei consumi.

Un primo decreto individua gli obiettivi quantitativi di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili che devono essere perseguiti dalle imprese di distribuzione di gas naturale ai sensi dell’articolo 16, comma 4, del decreto legislativo 23 maggio 2000, n.164. Un secondo decreto individua gli obiettivi quantitativi per l’incremento dell’efficienza energetica degli usi finali da parte

delle imprese di distribuzione di energia elettrica ai sensi dell'articolo 9, comma 1, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n.79.

In questo quadro risulta evidente come le le singole amministrazioni locali, e in particolare le Province, possano acquisire un ruolo molto interessante soprattutto rispetto a una situazione dove il mercato libero spinge verso l'uso di fonti energetiche e verso l'uso di tecnologie nei diversi usi finali non necessariamente attente all'ambiente.

Le amministrazioni dovranno in particolare, partendo dalle competenze assegnate per legge dal Decreto 112/98, acquisire, su scala locale, un compito estremamente importante di informazione, decisionale/normativo e di promozione dell'uso efficiente dell'energia.

In particolare, per quanto riguarda l'individuazione degli elementi di possibile integrazione di tali tematiche nel PTCP, il riferimento è al tema "Assetto insediativo, con riferimento ai temi della mobilità, della residenza, delle attività produttive, commerciali e dei servizi".

- Definizione dei criteri per una razionale distribuzione dei pesi insediativi e delle diverse attività, ex art. A4, comma 1b:

1. Gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica individuano il sistema insediativo:

e) *per migliorarne la funzionalità complessiva, garantendo una razionale distribuzione del peso insediativo della popolazione e delle diverse attività*

- Definizione degli standard di qualità urbana ed ecologico ambientale, ex art. A6, comma 1-2-3:

1. Nell'ambito degli obiettivi strategici di assetto del territorio e nel rispetto dei limiti minimi definiti dalla legislazione nazionale in materia, la pianificazione territoriale e urbanistica generale definisce gli standard di qualità urbana ed ecologico-ambientale che si intendono perseguire

3. Per standard di qualità ecologico ambientale si intende il grado di riduzione della pressione del sistema insediativo sull'ambiente naturale e di miglioramento della salubrità dell'ambiente urbano. Lo standard attiene:

a) alla disciplina degli usi e delle trasformazioni, orientata a limitare il consumo delle risorse non rinnovabili ed alla prevenzione integrata degli inquinamenti;

b) alla realizzazione di interventi di riequilibrio e di mitigazione degli impatti negativi dell'attività umana;

c) al potenziamento delle infrastrutture e delle dotazioni ecologiche ed ambientali.

Nel comma 3 in particolare, quindi, si riscontra il riferimento agli usi energetici del sistema insediativo.

Dunque all'interno del PTCP è possibile dare indicazioni riguardo gli standard energetici, sicuramente in relazione alla tecniche di costruzione dei nuovi insediamenti, ma forse anche riguardo agli usi energetici in generale.

Per quanto riguarda la possibilità di intervento sulle apparecchiature elettriche, è meno probabile che il PTCP, invece, possa avere influenza. Cenni generali potrebbero essere comunque introdotti in considerazione del fatto che certi dispositivi fanno parte delle dotazioni standard del sistema abitativo e possono quindi rientrare nella logica di riduzione dell'impatto sulle risorse non rinnovabili. In altre parole, può non aver senso distinguere tra interventi volti alla realizzazione di

abitazioni termicamente efficaci ed interventi finalizzati al funzionamento energeticamente efficiente dell'intera gestione abitativa (includendo l'illuminazione, la refrigerazione, ecc.).

E' evidente che tale assunzione (che può essere estesa, ad esempio, anche al discorso dell'efficienza dei mezzi di trasporto) si basa sul fatto che il PTCP esca da un ambito *localista* (molto rivolto al concetto infrastrutturale) riguardo all'utilizzo delle risorse non rinnovabili ed alla prevenzione dell'inquinamento, ma si apra ad un ambito *globalista*. Proprio la questione energetica, di cui si parla molto proprio per le sue implicazioni globali, può essere un elemento che porta verso questa direzione.

Anche per quanto riguarda il sistema delle infrastrutture industriali, è probabilmente possibile trovare delle opportunità di indicazioni all'interno del PTCP. Ciò in riferimento alla possibilità di considerare azioni di efficienza energetica o, più in generale, di definire un programma strategico di miglioramento e tutela ambientale, non applicati a singole realtà produttive, ma ad intere aree o distretti industriali.

4.1 Le attività produttive

Come ampiamente esposto nel Vol.1, le attività produttive detengono una quota parte dei consumi energetici complessivi della provincia pari a circa il 25%. Di questi, il 95% è rappresentato dai consumi dell'industria. Pertanto le valutazioni di potenziale di risparmio saranno condotte solo sul comparto industriale.

L'analisi delle mappe tematiche riguardanti i consumi elettrici e termici del settore industriale (Atlante tematico dell'energia, TAV.33-33F, TAV.35 e TAV.39) mostra come il maggior numero di unità locali e i maggiori consumi siano concentrati, attualmente, nel Comune di Bologna, con una buona diffusione in tutto l'asse centrale Bologna-Imola.

Nel complesso la superficie territoriale occupata dai diversi ambiti produttivi in Provincia è pari a 6.185 ha. La superficie territoriale libera, e quindi passibile in misura diversa, di potenzialità espansive, ammonta a poco più di 1.647 ha, corrispondenti ad una superficie utile di 623 ha.

Per quanto attiene alle effettive possibilità espansive di tali ambiti, va sottolineato primariamente il fatto che esiste una debole relazione tra l'evidente flessione della domanda di aree per l'insediamento produttivo (sia in termini di produzione edilizia annua, che ormai è attestata su poco più di 160.000 mq di superficie coperta all'anno, sia in termini di incremento delle unità locali) e l'altrettanto evidente tenuta dell'offerta, che continua a predisporre, nei Piani Regolatori generali, uno stock di previsioni pari a circa 1.600.000 mq di superficie territoriale all'anno.

Nell'ambito delle analisi del Quadro Conoscitivo del PTCP, è stata prospettata una documentata selezione nello sviluppo di ulteriori aree, con il fine di individuare quelle di più evidente portata sovracomunale e, fra queste, quelle di più evidente carattere strategico rispetto al modello territoriale proposto. La documentazione prodotta indica in 38 sistemi di aree i comparti a cui è possibile attribuire "rilievo sovracomunale" e in 12 di questi ambiti a cui è possibile riconoscere un ruolo strategico. Si tratta di aree produttive che, in relazione all'assenza o scarsità di condizionamenti ambientali o urbanistici nonché alla valida collocazione rispetto alle reti infrastrutturali, sembrano logicamente suscettibili di politiche di ulteriore espansione.

In tali ambiti, peraltro, si concentrano quasi i 2/3 delle potenzialità di edificazione contenuta nei PRG. La superficie territoriale di queste aree misura, infatti, complessivamente 1.385 ha di cui 594 ancora liberi (per una superficie libera utile pari a quasi 3 milioni di mq). Alcuni di tali ambiti risultano suscettibili di sviluppo per funzioni prevalentemente produttive, altri per funzioni miste - produttive, logistiche e commerciali. In mancanza di informazioni di dettaglio, per questi ultimi si assumerà un 50% di superficie libera destinata a siti esclusivamente produttivi ed il restante 50% a siti misti. Complessivamente si è stimata una superficie libera per future espansioni pari a 368 ha.

Comune	St.totale (ha)	St.libera (ha)
Anzola-Crespellano	73	9,5
S.Giovanni in Persiceto	45	30
Crevalcore	71	44
Bentivoglio-S.Giorgio	82	19,5
Bentivoglio	54	11
Castello d'Arg.-Pieve di C.	70	19
Budrio	71	40
Malalbergo	90	18
Molinella	89	16
Ozzano	88	28
Imola	481	78,5
C.S.Pietro- C.Guelfo	171	54,5

Tabella 4.1 Superficie totale e superficie libera in alcuni Comuni della Provincia di Bologna

Saranno queste le ipotesi di sviluppo del settore che verranno considerate nei paragrafi a seguire, per la costruzione degli scenari di consumi ed emissioni al 2010.

4.1.1 Gli usi finali termici

I consumi energetici termici nelle attività produttive corrispondono a circa il 17% dei consumi complessivi della Provincia di Bologna.

Tra le attività produttive, il comparto dell'agricoltura e della pesca impegna quasi lo 0,4% del consumo energetico complessivo. D'altra parte, tale consumo è attribuibile per circa il 93% al gasolio, utilizzato prevalentemente nelle attività di trasporto e trazione. Non sono quindi state individuate, a questo livello di indagine, particolari indicazioni di risparmio.

Del totale dei consumi energetici termici, più del 70% è concentrato, nell'industria dei minerali non metalliferi (35,4%), nell'industria metalmeccanica ed alimentare, in parti pressochè uguali (16,6% circa) e nell'industria cartaria (14%).

Di seguito si riportano alcune considerazioni di massima sui settori di maggior consumo che possono sicuramente contribuire ad orientare possibili azioni rivolte al risparmio.

Il settore dei *minerali non metalliferi* è costituito da circa 261 unità locali che impiegano 3367 addetti, corrispondenti all'1,3 % e 2,3% rispettivamente del totale provinciale (dati ISTAT 1996).

In questo settore sono stati inclusi i sottosettori riguardanti la produzione di cemento, calce, gesso, laterizi e manufatti di cemento, oltre che la produzione del vetro e della ceramica. Dal punto di vista energetico, i sottosettori del cemento, della calce e del gesso sono omogenei, con impiego di energia termica ed energia elettrica. Nei sottosettori dei laterizi e dei manufatti in cemento c'è un'ulteriore richiesta soprattutto di calore per i processi di cottura e di stagionatura. I sottosettori del vetro e della ceramica sono caratterizzati da processi che richiedono cotture ad alte temperature. La cottura viene effettuata essenzialmente con forni alimentati da combustibile, mentre le lavorazioni meccaniche richiedono energia elettrica. Il ciclo produttivo per tutti i sottosettori considerati è generalmente di tipo continuo per cui c'è contemporaneità di richiesta tra le due forme di energia.

Considerato il notevole fabbisogno termico e che questo è notevolmente superiore a quello elettrico, gli interventi di cogenerazione sono sicuramente compatibili ed auspicabili in questi settori. Analogamente, il recupero di calore è un intervento sicuramente da considerare.

Data la presenza di apparecchiature e tubi contenenti fluidi caldi, è evidente il potenziale di risparmio attraverso interventi di coibentazione. D'altra parte si ritiene che questa soluzione impiantistica sia ormai matura ed in gran parte già realizzata, così che i margini di ulteriori risparmi sono limitati.

Il *settore meccanico* comprende svariate tipologie di industria che possono di massima raggrupparsi in un subsetto relativo alla produzione di macchine motrici ed operatrici, meccaniche ed elettriche, con lavorazioni che possono arrivare a coprire l'intero ciclo che va dalla fonderia della ghisa e acciaio per getti e dallo stampaggio dell'acciaio sino alle diverse lavorazioni con macchine utensili ed agli assemblaggi; questo sotto settore comprende anche le produzioni di mezzi di trasporto. Un altro sotto settore comprende le produzioni di caldareria e carpenteria con lavorazioni di lamiere e profilati ed assemblaggi. Infine il settore della meccanica leggera (elettrodomestici e similari), opera essenzialmente attraverso assemblaggi.

La prima classe individuata è rappresentativa sia perché comprende tutte le diverse lavorazioni, sia perché l'impiego di energia è nel complesso rilevante, ripartendosi fra energia termica ed elettrica nella misura approssimativa del 60% e 40% rispettivamente. Per il secondo sotto settore aumenta la percentuale di energia elettrica, che costituisce invece la quasi totalità del consumo, nel terzo.

La frammentazione delle fasi di processo e comunque l'importanza relativamente maggiore delle lavorazioni meccaniche, ove in genere è difficile realizzare interventi significativi di risparmio che presentino una buona redditività economica, invitano a focalizzare i processi di razionalizzazione energetica sugli impianti di riscaldamento esistenti, attraverso l'installazione di generatori di calore con rendimento più elevato, il miglioramento del sistema di distribuzione del fluido termovettore e la riduzione dei fabbisogni mediante coibentazione delle strutture interessate e zonizzazione delle aree di lavorazione (con mantenimento di temperature differenti a seconda delle destinazioni d'uso).

Interventi di recupero di calore prevalentemente da forni, già avviati nel settore, possono essere ulteriormente potenziati, in particolare in tutti quei casi in cui si riscontrano elevati coefficienti di utilizzo di impianti che producono reflui liquidi o gassosi a condizioni interessanti per eventuali recuperi.

Anche la cogenerazione può essere ulteriormente incentivata, in particolare in quei sotto settori che presentano fabbisogni contemporanei delle due forme di energia.

Per quanto riguarda il *settore agroalimentare*, dal punto di vista energetico la maggior parte delle industrie è omogenea. Difatti sono caratterizzate da una prima fase di stoccaggio/preparazione delle materie prime che richiede apparecchiature meccaniche azionate da energia elettrica, da una fase di lavorazione vera e propria richiedente grandi quantità di energia termica a temperature comprese tra 30 e 200°C e, infine, da una fase di confezionamento del prodotto richiedente apparecchiature elettriche.

Il ciclo produttivo è generalmente continuo, con richiesta contemporanea delle due forme di energia e proprio questo fatto fa sì che quello della cogenerazione sia uno degli interventi più adeguati al settore. Inoltre, considerando il favorevole rapporto tra energia elettrica e termica e che il calore viene richiesto a bassa e medio/bassa temperatura, risultano particolarmente appropriati i

tipi di macchine che presentano elevati rendimenti elettrici (ciclo combinato di turbine a gas e a vapore, motori a ciclo Otto).

Un altro intervento tipico all'interno del settore agroalimentare si riferisce al recupero del calore dai fumi della combustione delle caldaie, dai processi di essiccazione e dai fumi dei forni di cottura.

Come nel caso del settore dei materiali da costruzione, si ritiene che gli interventi di coibentazione abbiano già dato i propri risultati in termini di risparmio energetico

Il *settore cartario* comprende il sottosettore della produzione di carta per usi grafici, per imballo e per altri usi e quello dell'industria della stampa. Da un punto di vista produttivo ed energetico non è un settore omogeneo.

L'industria della carta impiega per la preparazione della materia prima, per la prima lavorazione e per quelle successive energia elettrica e calore, mentre l'industria della stampa impiega in prevalenza energia elettrica.

Il ciclo produttivo della carta è generalmente continuo per cui c'è contemporaneità di richiesta delle due forme di energia.

Per il notevole impiego complessivo di energia nonché per la varietà degli interventi compatibili, il settore della produzione della carta è quello che presenta le possibilità di intervento più interessanti e concretamente realizzabili, per quanto concerne, in particolare, il recupero di calore (nelle fasi di essiccazione e/o asciugatura) e la cogenerazione.

Si ritiene che il primo intervento potrà essere sempre meno frequente in quanto già acquisito dalla prassi di progettazione di nuovi impianti o di impianti rinnovati, mentre la cogenerazione avrà ampi margini di ulteriore diffusione. Considerando il notevole fabbisogno termico ed anche che il vapore è parte integrante del processo, si può affermare la compatibilità dei due interventi, in particolare con turbine a gas e vapore.

Possono assumere una certa rilevanza in questo settore, anche gli interventi sugli impianti di produzione, finalizzati ad ottimizzare i flussi energetici esistenti oppure a sostituire macchine o parti di impianto del processo con altre a maggiore efficienza energetica (in particolare per quanto riguarda le reti di trasporto dei fluidi termovettori).

Oltre agli interventi specifici, tipo quelli appena accennati, riguardanti alcuni settori particolari, meritano attenzione una serie di interventi di carattere generale compatibili con tutte le realtà produttive. Ci si riferisce, in particolare, agli interventi riguardanti l'ottimizzazione della gestione delle materie prime, degli impianti e dei prodotti. In sostanza, si tratta di tutta una serie di procedure atte a regolare i flussi produttivi in modo che ci sia continuità di funzionamento degli impianti oltre che un loro impiego nelle condizioni di massimo rendimento possibile. Accanto ad una ovvia valenza economica di questi interventi, dal momento che incidono sulla produttività dell'impresa, esistono anche notevoli risvolti più propriamente energetici determinati, ad esempio, da un miglioramento dei consumi specifici dovuto ad una più intensiva utilizzazione degli impianti.

Se questo tipo di interventi gestionali si può dire diffuso nelle aziende medio – grandi, dove la figura dell'energy manager è una realtà, ciò non è ancora del tutto vero nelle realtà medio piccole, che sono proprio la caratteristica dell'economia produttiva bolognese. Ciò vuol dire che questi interventi sono da considerare con attenzione a livello provinciale.

Il potenziale di risparmio

All'interno del comparto industriale vero e proprio, benché, sulla base di quanto esposto, risulti indubbia l'esistenza di un potenziale di risparmio energetico, risulta difficoltosa una affidabile quantificazione dello stesso, dal momento che si richiederebbero informazioni al momento non

disponibili. Infatti, le specificità e complessità di ogni singola realtà produttiva implicano la necessità di individuare l'ammontare di un eventuale risparmio energetico direttamente a seguito di opportune attività di audit energetico nelle singole realtà.

Ciò premesso, assumeremo, come ipotesi ragionevole, il 10% come obiettivo di risparmio al 2010 per gli usi finali termici nel settore industriale, e il 15% come potenziale massimo. Quantitativamente ciò porta ai risultati sotto esposti.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi–variazione su attuale (tep)	0	-37.508	-56.261
Emissioni–variazione su attuale (ton)	0	-107.956	-161.932
Emissioni–variazione su attuale (%)	0,0	-10,0	-15,0

Tabella 4.2 Consumi ed emissioni riferiti al settore industriale-Scenari BAU, Obiettivo e Potenziale

Considerazioni più concrete, anche in termini quantitativi, possono invece riguardare la possibilità di ulteriore penetrazione del gas naturale a scapito di altri combustibili, in particolare l'olio combustibile.

Nell'analisi riguardante il sistema energetico bolognese (Volume 1) è stata descritta l'evoluzione della diffusione del gas naturale nel territorio provinciale. Allo stato attuale è risultato che nel comparto industriale, i consumi di olio combustibile rappresentano ancora circa il 7% dei consumi per usi termici complessivi. Si è evidenziato inoltre, che le quote di gas naturale e di olio combustibile sembrano ormai essersi stabilizzate, dopo una forte caduta di quest'ultimo protrattasi sino alla fine degli anni '80; per contro, lo sviluppo della rete di metanizzazione sembra aver raggiunto ormai la quasi totalità del territorio provinciale. Si può dunque affermare che la metanizzazione in Provincia di Bologna, iniziata già a metà degli anni '70, abbia ormai raggiunto un elevato grado di saturazione.

Sulla base di queste considerazioni, per quanto riguarda l'impiego di tale vettore per riscaldamento o per processi industriali, in completa analogia con le valutazioni fatte per gli altri settori, non si ipotizzerà alcuna ulteriore diffusione nello scenario tendenziale, un incremento del 50% nello scenario obiettivo e la completa metanizzazione a scapito dell'olio combustibile, per lo scenario potenziale. Tali valutazioni, per quanto riguarda l'esistente, portano ai risultati seguenti:

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi–variazione su attuale (tep)	0	0	0
Emissioni–variazione su attuale (ton)	0	-12.803	-25.607
Emissioni–variazione su attuale (%)	0,0	-1,2	-2,4

Tabella 4.3 Consumi ed emissioni riferiti al settore industriale con uso di gas metano-Scenari BAU, Obiettivo e Potenziale

Complessivamente, la combinazione delle diverse azioni proposte per le attività esistenti, porta a risultati significativi: riduzione del 10% per i consumi e dell'11% per le emissioni. Il decremento più marcato di queste ultime deriva, chiaramente, dall'aver ipotizzato una variazione del mix energetico, con la graduale sostituzione dell'olio combustibile, maggiormente impattante, con gas naturale.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi–variazione su attuale (tep)	0	-37.508	-56.261
Consumi–variazione su attuale (%)		-10,0	-15,0
Emissioni–variazione su attuale (ton)	0	-119.479	-183.697
Emissioni–variazione su attuale (%)	0,0	-11,1	-17,0

**Tabella 4.4 Consumi ed emissioni riferiti al settore industriale con sostituzione dell'olio combustibile-
Scenari BAU, Obiettivo e Potenziale**

La nuove attività industriali previste, si è stimato possano comportare un incremento dei consumi termici per il comparto industriale di circa 22.300 tep rispetto allo scenario attuale (+5,9%). Anche per il nuovo costruito, si è ritenuto ragionevole ipotizzare, analogamente a quanto fatto per l'esistente, una graduale penetrazione del gas naturale a scapito dell'olio combustibile e analoghe percentuali di risparmio, derivanti da azioni mirate di efficientizzazione.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi (tep)	22.316	20.085	18.969
Emissioni (ton)	64.232	57.123	53.303

**Tabella 4.5 Consumi ed emissioni riferiti al settore civile con uso di gas metano-Scenari BAU,
Obiettivo e Potenziale**

Pur nell'ipotesi di una previsione di sviluppo del settore al 2010, mirate azioni di risparmio negli usi finali termici sono in grado di portare ad una riduzione, rispetto allo scenario attuale, dei consumi e delle emissioni piuttosto significativa.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi–variazione su attuale (tep)	22.316	-17.423	-37.292
Consumi–variazione su attuale (%)	5,9	-4,6	-9,9
Emissioni–variazione su attuale (ton)	64.232	-62.356	-130.395
Emissioni–variazione su attuale (%)	5,9	-5,8	-12,1

**Tabella 4.6 Consumi ed emissioni riferiti al settore civile con azioni di risparmio-Scenari BAU,
Obiettivo e Potenziale**

4.1.2 Gli usi finali elettrici

I consumi energetici elettrici nelle attività produttive corrispondono al 46% dei consumi complessivi elettrici della Provincia di Bologna. Di questi, il 96% è rappresentato dai consumi dell'industria. Pertanto, anche in questo caso, le valutazioni di potenziale di risparmio saranno condotte sul solo comparto industriale.

Dal momento che gli usi finali elettrici presentano forti peculiarità tra un sottosectore e un altro, si è cercato di individuare e di quantificare usi finali abbastanza diffusi ed omogenei anche tra i diversi settori industriali, nonché azioni di risparmio realizzabili in differenti contesti industriali.

Ci si è pertanto soffermati su tre usi finali: l'illuminazione, i motori elettrici e il condizionamento degli ambienti. Per quanto riguarda il condizionamento valgono i discorsi già segnalati nei paragrafi precedenti relativi ai consumi termici e non staremo qui ad offrire ulteriori indicazioni. Ricordiamo solo che nelle applicazioni industriali il condizionamento talvolta è necessario per ragioni di processo produttivo. In ogni caso, soluzioni con condizionamento ad assorbimento in combinazione con sistemi di teleriscaldamento o cogeneratori (anche di piccola taglia) possono risultare vantaggiose (vedasi la sezione sul potenziale della cogenerazione in Provincia di Bologna).

Illuminazione

Nel caso dell'industria, l'utilizzo di sorgenti a basso consumo (lampade ad alogenuri o a vapori di sodio al posto delle lampade a vapori di mercurio ad alta pressione), dell'alimentazione elettronica nel caso di lampade fluorescenti e soprattutto l'utilizzo di sistemi di controllo consentono ampi risparmi. Questo è un tipico esempio in cui si sconta la disinformazione e scarsa qualità illuminotecnica dei progetti degli impianti.

Motori elettrici

L'efficienza energetica in sistemi azionati da motori elettrici può essere innanzitutto migliorata ragionando sul complesso delle operazioni eseguite dal sistema (perdite di trasmissione, sovradimensionamento del motore, lavoro non richiesto, ecc.). Le variazioni di efficienza dipenderanno ovviamente dalla situazione esistente.

Per quanto riguarda l'efficienza energetica del singolo motore, questa può essere migliorata attraverso

- l'utilizzo di motori ad alta efficienza
- l'utilizzo di unità motrici a velocità variabile, essenzialmente per usi ove sono richiesti flussi variabili di fluidi (compressori, ventilazione, pompe).

La maggiore efficienza dei motori a induzione varia fra circa il 10% per potenze basse del motore (entro pochi kW) e pochi punti percentuali (1-2%) per potenze elevate (oltre i 100 kW). I risparmi energetici divengono allora consistenti per usi intensivi del motore (almeno 5.000 ore annue). I prezzi dei motori ad alta efficienza sono più elevati a causa della qualità dei componenti: risultano di un 20-25% più elevati per motori di potenze superiori agli 11 kW e di un 30-35% per quelli di potenze fino a 11 kW. Tempi di payback inferiori a 2 anni si ottengono per elevate potenze ed usi intensivi. L'offerta sul mercato europeo di motori ad alto rendimento sta crescendo. L'accordo volontario dei produttori con la Commissione Europea ha portato alla definizione dell'etichetta energetica per i motori a induzione.

La CE ha reso disponibile nel 1999 il software/database EuroDEEM che consente di scegliere in modo ragionato soluzioni efficienti a partire da quanto già installato.

Gli ambiti in cui tuttavia il potenziale di risparmio è molto alto è quello dove è possibile adoperare motori a velocità variabile (*ASD-adjustable speed drive-*), ovvero in tutte le applicazioni ove è necessario fornire un'operazione meccanica di intensità variabile nel tempo (tipicamente quando si tratta di regolare moti di sostanze fluide -sistemi di pompaggio nei processi produttivi e sistemi per il condizionamento degli ambienti- o quando si ha un utilizzo del motore con cicli frequenti di attivazioni/disattivazioni -ascensori, montacarichi, presse, ecc.-). La possibilità di regolare l'operazione tramite riduzione o aumento del numero di giri del motore, invece che tramite altre operazioni meccaniche aggiuntive (come ad es., nel caso di regolazione di flussi di gas o liquidi, l'uso di valvole, che in realtà comportano solo la dissipazione di lavoro meccanico), porta a risparmi significativi attestantisi (a seconda delle applicazioni) tra un 20% fino a un 70%, con

risparmi medi del 40-50%. L'investimento aggiuntivo per l'acquisto di ASD è solitamente elevato. Tuttavia, per applicazioni ove le variazioni in intensità delle operazioni meccaniche siano frequenti e di entità consistente, i tempi di ritorno dell'investimento sono usualmente dell'ordine di 2 anni, con un intervallo di variabilità da pochi mesi a 3 anni. Il mercato europeo offre un'ampia varietà di ASD, per tutte le potenze, ma in particolare per basse e medie potenze (inferiori ai 100 kW). È anche possibile il rimodernamento di motori a velocità fissa già installati, grazie all'aggiunta di alimentatori elettronici, ma esso va considerato con cautela in quanto può talvolta comportare il problema di generazione sulla rete di armoniche indesiderate, maggiore rumorosità del motore, alterazione della resa del motore.

Accanto all'efficienza delle tecnologie va tenuta in conto, nel caso delle macchine elettriche, la migliore gestione dell'energia rispetto ai compiti da svolgere: il sovradimensionamento dei motori rispetto ai carichi (i motori sono per abitudine sottoutilizzati) e l'alimentazione in corrente continua piuttosto che in alternata (i motori a induzione hanno un'efficienza maggiore dal 2% al 10% al decrescere della potenza del motore) sono due cause di cattiva gestione dell'energia per compiere un medesimo compito.

La ripartizione per usi finali dei consumi elettrici nel settore industria richiederebbe indagini informative riguardo alle tecnologie adoperate e ai processi produttivi a livello locale. Indagini statistiche, a livello nazionale o locale, sulla diffusione delle apparecchiature per gli utenti di questo settore, oltre che la varietà di comportamenti e di esigenze del settore stesso sono state rivolte essenzialmente ad alcuni sottosectori specifici (industria tessile, cartaria, ecc.) o ad alcuni aspetti del sistema energetico dell'industria (usi termici). Non è agevole fornire dunque una ripartizione degli usi finali per ogni tipologia di attività industriale²¹.

Pur avendo a disposizione i dati di consumo per le diverse classi merceologiche del settore produttivo, si preferisce quindi fornire una ripartizione degli usi finali per il settore industriale nel suo complesso e tenendo conto degli usi finali elettrici comuni ai diversi sottosectori, per i quali le valutazioni di risparmio non rischiano di risultare arbitrarie (illuminazione, motori, riscaldamento/raffrescamento, automazione e office-equipment).

Si tenga tuttavia conto che nel caso della Provincia di Bologna, essendo più sviluppate alcune attività produttive rispetto ad altre, sarà importante condurre indagini energetiche più approfondite in questi settori, per individuare margini comuni di intervento, presumibilmente ampi, in usi finali specifici di quei settori.

Nella tabella seguente si riporta la stima della suddivisione per usi finali dei consumi elettrici attuali nell'industria nel suo complesso.

Usi finali	Consumi di energia elettrica	
	percentuale	MWh
Illuminazione	15 %	279.900
Motori	30 %	559.800
Condizionamento	15 %	279.900
Sistemi ausiliari condizionamento	5 %	93.300
Altro	35 %	653.100
TOTALE	100 %	1.866.000

Tabella 4.7 Usi finali elettrici nell'industria (stima)

²¹ Si tenga anche conto che, usualmente, le differenze negli usi finali tra aziende che si occupano della stessa attività produttiva sono notevoli, dipendendo da diverse modalità dei cicli produttivi. La ripartizione negli usi finali elettrici

Il potenziale di risparmio

A partire dalla ripartizione in usi finali, si sono ricostruiti i diversi scenari di consumo al 2010, ragionando sull'evoluzione, per quanto riguarda l'esistente, del parco dispositivi per i singoli usi finali esaminati.

Gli interventi per il risparmio hanno riguardato:

- motori: adozione di motori a induzione ad alta efficienza e di motori a velocità variabile;
- illuminazione: alimentazione elettronica per le lampade fluorescenti già installate, sostituzione delle lampade a vapori di mercurio con lampade a ioduri metallici e lampade a vapori di sodio ad alta pressione;
- condizionamento: interventi sugli involucri degli edifici e sui carichi interni, con riduzione della richiesta di carico per raffrescamento e riscaldamento; incremento di efficienza dei compressori degli impianti di condizionamento;
- sistemi ausiliari per il condizionamento: adozione di sistemi di pompaggio ad alta efficienza (incluso l'adozione di motori a velocità variabile); sezionamento dei circuiti di alimentazione dell'acqua calda per il riscaldamento; adozione di sistemi di ventilazione ad alta efficienza.

Nella tabella si indicano i consumi ottenibili nei diversi scenari.

Consumi (MWh)	Attuale	BAU	Obiettivo	Potenziale
Illuminazione	279.900	271.503	235.116	204.327
Motori	559.800	554.202	537.408	470.232
Condizionamento	279.900	279.900	265.905	223.920
Sistemi ausiliari condizionamento	93.300	93.300	93.300	93.300
Altro	653.100	653.100	653.100	653.100
TOTALE	1.866.000	1.852.005	1.784.829	1.644.879

Tabella 4.8 Potenziale di risparmio-Stato attuale e Scenari BAU, Obiettivo e Potenziale

Di seguito si evidenziano, invece, le variazioni percentuali dei consumi per i singoli usi finali rispetto allo scenario attuale.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
	%	%	%
Illuminazione	-3%	-16%	-27%
Motori	-1%	-4%	-16%
Condizionamento	0%	-5%	-20%
Sistemi ausiliari condizionamento	0%	0%	0%
Altro	0%	0%	0%
TOTALE	-0,8%	-4,4%	-11,9%

Tabella 4.9 Potenziale di risparmio-variazioni %

Le emissioni, per i diversi usi finali, sono riportate nello schema seguente:

richiederebbe peraltro l'adozione di strumenti di misura per individuare i carichi (variabili nel tempo) di alcuni dispositivi (motori, sistemi di pompaggio e/o areazione, ecc.) di cui altrimenti si potrebbe solo fornire una grossolana stima.

Emissioni (ton)	Attuale	BAU	Obiettivo	Potenziale
Illuminazione	141.176	136.941	118.588	103.058
Motori	282.352	279.528	271.058	237.175
Condizionamento	141.176	141.176	134.117	112.941
Sistemi ausiliari condizionamento	47.059	47.059	47.059	47.059
Altro	329.410	329.410	329.410	329.410
TOTALE	941.172	934.114	900.231	829.643

Tabella 4.10 Emissioni-Stato attuale e Scenari BAU, Obiettivo e Potenziale

In termini complessivi, i risultati degli interventi previsti sull'esistente, sono i seguenti:

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi-variazione su attuale (MWh)	-13.995	-81.174	-221.116
Emissioni-variazione su attuale (ton)	-7.058	-40.941	-111.529
Emissioni-variazione su attuale (%)	-0,8	-4,4	-11,9

Tabella 4.11 Emissioni-variazioni %

Lo sviluppo previsto del settore industriale in Provincia, si è stimato possa comportare un aumento complessivo dei consumi elettrici al 2010 di circa 110.000 MWh (+5,9% rispetto ai consumi attuali). Negli scenari al 2010, si assumeranno, le medesime percentuali di risparmio assunte per le attività esistenti. Si tratta di un'ipotesi conservativa, dal momento che le possibilità di azioni di efficientizzazione si possono ritenere sicuramente più elevate per quanto riguarda il nuovo costruito.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi (MWh)	110.137	106.140	97.813
Emissioni (ton)	55.551	53.535	49.335

Tabella 4.12 Consumi ed emissioni-Scenari BAU, Obiettivo e Potenziale

Tale incremento va ad annullare gli effetti derivanti dalle azioni di efficientizzazione ipotizzate per quanto riguarda le attività esistenti. Sia nello scenario BAU che in quello di riduzione, infatti, le emissioni complessive fanno registrare comunque un incremento del 5,2% e 1,3% rispettivamente e solo nello scenario potenziale si ottiene una riduzione significativa.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi-variazione su attuale (MWh)	96.142	24.969	-123.308
Emissioni-variazione su attuale (ton)	48.492	12.594	-62.194
Emissioni-variazione su attuale (%)	5,2	1,3	-6,6

Tabella 4.13 Consumi ed emissioni-Scenari BAU, Obiettivo e Potenziale

4.1.3 Riepilogo dei risultati

In base alle caratteristiche dei differenti scenari e partendo dal bilancio energetico redatto per il 1999, si sono ricavati i consumi corrispondenti agli scenari definiti. Questi consumi sono presentati in forma aggregata nella tabella seguente, in cui si riportano anche i valori al 1990, assunto come anno di riferimento.

	1990	Attuale	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi (tep)	554.554	560.149	590.734	544.874	512.253
Variazione su attuale			30.585	-15.276	-47.896
Variazione su attuale (%)			5,5	-2,7	-8,6
Variazione su 1990		5.595	36.180	-9.680	-42.301
Variazione su 1990 (%)		1,0	6,5	-1,7	-7,6

Tabella 4.14 Riepilogo dei consumi-Situazione al 1990, Stato attuale, Scenari BAU, Obiettivo e Potenziale

Come emerge chiaramente dal quadro sopra esposto, i consumi conoscono una dinamica lievemente decrescente negli scenari in cui si sono ipotizzate specifiche azioni di incentivazione all'efficienza energetica, sia rispetto allo scenario attuale che allo scenario di riferimento.

A fronte di un incremento tendenziale del 5,3%, rispetto al dato 1999, lo scenario potenziale prevede una riduzione delle emissioni di circa il 9%. Lo scenario obiettivo si pone ad un livello decisamente inferiore, con una riduzione dei consumi rispetto al medesimo anno del 2,3%.

Il confronto con il 1990, evidenzia, invece, già nello scenario riduzione un decremento sostanziale (pari al 6,3%). Nello scenario BAU, invece, si assiste ad un riallineamento dei valori a quelli dell'anno di riferimento, dopo la significativa diminuzione registratasi nel 1999.

	1990	Attuale	BAU	Obiettivo	Potenziale
Emissioni (ton)	2.212.850	2.123.748	2.236.472	2.073.986	1.931.160
Variazione su attuale			112.724	-49.762	-192.589
Variazione su attuale (%)			5,3	-2,3	-9,1
Variazione su 1990		-89.102	23.622	-138.864	-281.690
Variazione su 1990 (%)		-4,0	1,1	-6,3	-12,7

Tabella 4.15 Riepilogo delle emissioni-Situazione al 1990, Stato attuale, Scenari BAU, Obiettivo e Potenziale

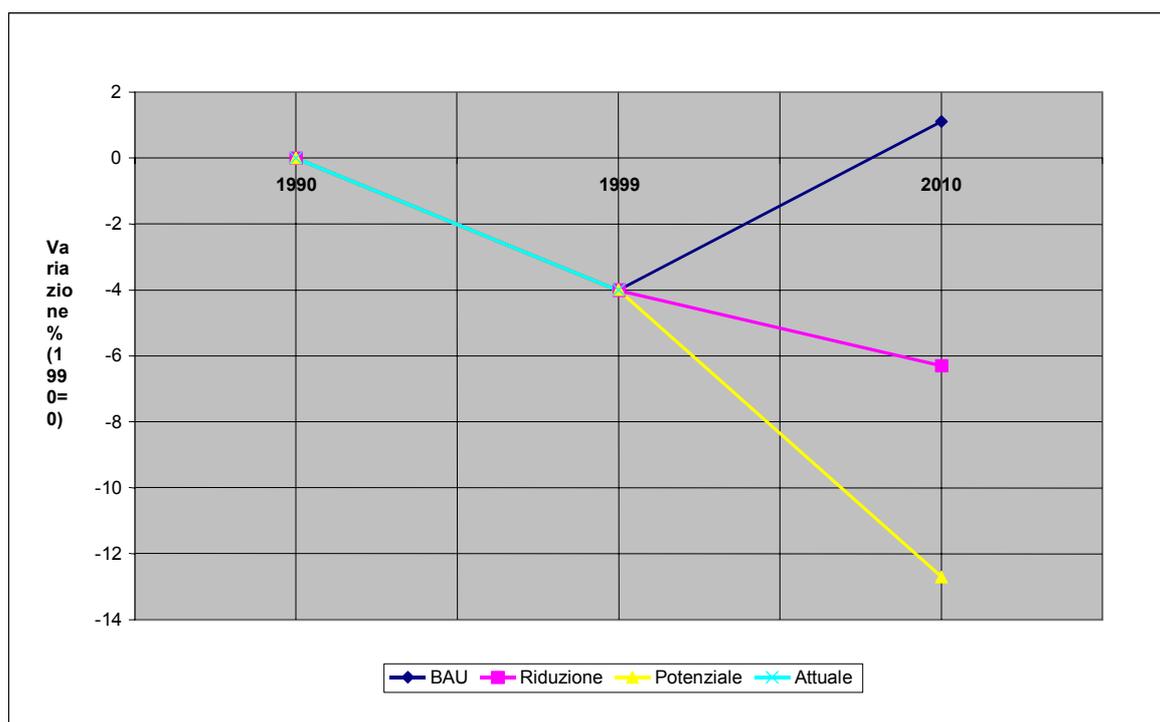


Figura 4.1 Emissioni-variazione % anni 1990, 1999, 2010

4.1.4 Indicazioni e politiche di sviluppo

Gli interventi di efficientizzazione energetica dovrebbero trovare una giusta collocazione all'interno del quadro derivante da una sollecitazione e premiazione di un comportamento volontario delle imprese verso la difesa dell'ambiente.

Questo comportamento deriva dalla consapevolezza che le imprese non debbano più fornire solo prodotti buoni ed a basso costo, ma debbano spontaneamente rendere le loro tecnologie ed i loro metodi di produzione compatibili con la salvaguardia delle risorse naturali e, in generale, dell'ambiente. In effetti, si stanno creando le condizioni affinché l'uso efficiente delle risorse naturali, in particolare di quelle energetiche, costituisca una condizione fondamentale di competitività. In questa direzione spingono diversi fattori: normative comunitarie ed internazionali sempre più severe a cui le imprese devono sottostare; la spinta delle popolazioni locali nelle quali è cresciuta negli ultimi anni la sensibilità ambientale; il mutamento dei modelli di consumo, in cui si afferma il valore di prodotti naturali ed eco-compatibili. In quest'ottica l'utilizzo delle risorse energetiche non dovrebbe essere considerato esterno agli interessi economici delle imprese, ma dovrebbe rientrare direttamente con i suoi costi nel bilancio economico della società.

L'attenzione specifica verso l'ambiente da parte delle imprese può trovare un punto di riferimento nei sistemi di certificazione ambientale EMAS (Environmental Management and Audit Scheme) ed ISO 14000.

Il sistema europeo EMAS, istituito nel 1993 con il regolamento 1836, si propone l'obiettivo di favorire una riorganizzazione e razionalizzazione della gestione ambientale dell'azienda mediante l'attuazione di alcuni compiti specifici. Questi sono:

- l'analisi ambientale iniziale;
- il programma ambientale, cioè gli obiettivi che l'azienda si dà riguardo all'ambiente;
- il sistema di gestione ambientale, cioè l'adozione delle strategie per raggiungere gli obiettivi;
- l'attività di auditing;
- la dichiarazione ambientale, con cui si descrivono i risultati ottenuti.

In altre parole, la procedura EMAS porta alla redazione di un documento pubblico che descrive la gestione ambientale dell'impresa, gli obiettivi ed i risultati conseguiti.

Il sistema ISO ha molti punti di contatto con il sistema EMAS, tanto che le norme che regolano l'adozione ed il controllo del sistema di gestione ambientale sostanzialmente coincidono. Una differenza sostanziale sta nel fatto che il sistema di accreditamento ISO è garantito da organismi costituiti sotto il controllo delle stesse imprese; secondo EMAS, invece, il sistema di accreditamento è posto sotto il controllo di organismi che trovano la loro legittimazione da parte del potere pubblico.

Il settore industriale si è già dimostrato capace di affrontare in modo efficace la questione dell'efficienza energetica quando, a seguito dei primi shock petroliferi, il problema del costo dell'energia si è imposto con forza.

Per l'effetto dei prezzi, i recuperi di efficienza energetica negli anni '80 sono stati significativi. Negli anni '90, invece, la riduzione dei prezzi dell'energia, legata in particolare al calo dei prezzi del petrolio all'inizio del decennio, ha fatto registrare un sostanziale rallentamento dei recuperi di efficienza energetica.

Oggi si può affermare che la necessità di riprendere la strada del risparmio energetico è dettata non tanto dall'emergenza economica (a meno di un continuo incremento del prezzo del petrolio come avvenuto negli ultimi mesi), quanto piuttosto dall'emergenza ambientale.

Questo passaggio pone una questione fondamentale per chi, come un'Amministrazione pubblica, si pone l'obiettivo di intervenire per indirizzare e/o gestire il problema del risparmio energetico nell'industria. Infatti, il passaggio dall'emergenza economica a quella ambientale comporta il cambiamento dell'oggetto beneficiario degli interventi. Se prima questo era rappresentato essenzialmente dall'azienda stessa, ora è rappresentato dalla collettività. In altri termini, le motivazioni per investire in tecnologie di risparmio energetico, necessarie al benessere futuro della collettività, non possono dipendere dalla sola analisi costi-benefici dell'investimento tecnologico, ma devono essere supportate da misure legislative di più ampio respiro. In quest'ottica la misura dell'efficacia degli interventi di risparmio energetico deve tenere conto prioritariamente dei vantaggi di tipo energetico ed ambientale e, in secondo luogo, di quelli economici.

Il tipico strumento di intervento dell'Ente pubblico nel settore industriale è rappresentato dall'articolo 10 della Legge 10/91 (Contributi per il contenimento dei consumi energetici nel settore industriale, artigianale e terziario), che prevede contributi in conto capitale fino al 30% della spesa ammissibile preventivata per realizzare o modificare impianti fissi, sistemi o componenti, nonché mezzi per il trasporto fluviale. Ammessi al contributo impianti fino a 10MWt o fino a 3 MWe relativi ai servizi generali e/o al ciclo produttivo che conseguano un risparmio di energia attraverso l'utilizzo di FER e/o un miglior rendimento di macchine e apparecchiature e/o la sostituzione di idrocarburi con altri combustibili.

Se questo strumento, fatte salve le disponibilità finanziarie, è sempre valido, è pur vero che oggi la Provincia può avvalersi di altre possibilità gestionali.

Se si considera la tipica dimensione delle aziende della Provincia, è presumibile che queste non abbiano al proprio interno né la cultura né le risorse per affrontare concretamente il tema dell'efficienza energetica. Se l'attività di diagnostica è una prassi ormai diffusa presso le aziende di grandi dimensioni, non lo è altrettanto nel settore della medio-piccola imprenditoria. Infatti, mentre nelle aziende più grandi l'energia è competenza di una figura ben individuabile, spesso l'"energy manager", nelle piccole le responsabilità tecniche ed amministrative confluiscono in genere in un'unica persona, per la quale l'energia, non costituisce generalmente un problema stringente.

La Provincia dovrebbe attivare delle iniziative, ad esempio attraverso un cofinanziamento delle spese di consulenza, per consentire alle suddette imprese di analizzare le differenti ipotesi di risparmio energetico. Oppure potrebbe incaricarsi direttamente della formazione e del riconoscimento di particolari figure professionali che assumano il ruolo di consulenti aziendali per assistere le piccole imprese all'adozione delle migliori tecnologie o alla gestione efficiente del ciclo produttivo.

L'adesione, da parte delle imprese, di particolari iniziative volte al risparmio energetico dovrebbe comportare dei benefici da un punto di vista fiscale, come pure dovrebbe risultare un elemento di merito per quanto riguarda eventuali stanziamenti di fondi.

Le azioni di intervento sull'efficienza energetica potrebbero essere inserite all'interno del contesto già collaudato delle certificazioni ambientali (EMAS ed ISO) che dovrebbero a loro volta essere incentivate.

Un altro aspetto importante da considerare riguarda la possibilità di considerare azioni di efficienza energetica o, più in generale, di tutela ambientale, non applicate a singole realtà produttive, ma ad intere aree o distretti industriali.

La provincia può promuovere, congiuntamente ad altri enti (associazioni industriali, ambientaliste, Enti Locali, ecc.) iniziative volte a definire un programma strategico di miglioramento ambientale di un'intera area industriale. La concentrazione in un territorio di imprese, ad esempio con cicli tecnici omogenei e collegate in filiera, è una condizione che favorisce la condivisione di problematiche comuni e l'individuazione delle soluzioni d'insieme più idonee. Inoltre, il radicamento locale e la vicinanza alle istituzioni (pubbliche, associative, consortili) è un ulteriore fattore che può migliorare l'implementazione volontaria di decisioni collettivamente vincolanti e la realizzazione e gestione di infrastrutture comuni. Per quanto riguarda il tema specifico, un caso interessante potrebbe riguardare l'adozione di servizi energetici comuni, in un'ottica ambientale ed economica.

Tale ipotesi dovrebbe essere favorita anche dall'attuale assetto del mercato dell'energia, che sta favorendo la formazione di consorzi industriali per l'ottenimento dell'"idoneità".

Si suppone che in tale contesto, oltre agli aspetti di carattere strettamente economico, si incentivino anche la riflessione sulla razionalità, le finalità, gli strumenti e gli obiettivi dei programmi di controllo e gestione della domanda di energia. In quest'ottica è auspicabile che le stesse imprese energetiche diventino dei soggetti di riferimento per l'applicazione di programmi di DSM.

Infatti, i cambiamenti strutturali ed istituzionali che stanno investendo i settori energetici, con la diffusione dei processi di liberalizzazione e di nuova tariffazione per quanto riguarda l'energia elettrica, dovrebbero in qualche modo incentivare anche la riflessione sulla razionalità, le finalità, gli strumenti e gli obiettivi dei programmi di controllo e gestione della domanda di energia. Secondo l'Autorità per l'energia elettrica e il gas, il nuovo ordinamento tariffario per l'energia elettrica introduce importanti stimoli per le imprese distributrici alla promozione dell'uso efficiente

delle risorse negli usi finali mediante programmi di *Demand Side Management (DSM)*. Uno di questi consiste nel fatto che l'Autorità assicura la possibilità per gli esercenti di recuperare, attraverso il meccanismo tariffario, i costi riconosciuti per interventi volti al controllo ed alla gestione della domanda, in quanto tali costi costituiscono costi sostenuti nell'interesse generale.

In quest'ottica è auspicabile che le stesse imprese elettriche diventino dei soggetti di riferimento per l'applicazione di programmi di DSM, in particolare nel settore industriale, dove le possibilità di applicazione di tali programmi risultano usualmente elevate: l'attenzione ai consumi energetici è spesso trascurata rispetto alla prestazione dei macchinari ed alla velocizzazione del ciclo produttivo, sebbene la voce di spesa energetica raggiunga in molti casi una quota non trascurabile. I programmi di DSM descrivono le attività di programmazione, realizzazione e monitoraggio, mirate ad influenzare i consumi di energia da parte degli utenti finali in modo da aumentare il livello generale di efficienza energetica del sistema. Queste si esplicano in attività volte ad incrementare l'efficienza energetica negli usi finali (ovvero il risparmio di energia a parità di servizio reso all'utente), ma concorrono anche a rimodulare il profilo temporale dei consumi in modo da ottimizzare la curva di carico del sistema attraverso la gestione, da parte delle imprese stesse, dei picchi di potenza impegnata nel corso della giornata o dell'anno e stimolare sostituzioni ottimali fra fonti energetiche da parte del consumatore.

In questo contesto, il modello organizzativo dei distretti industriali, sembra fornire condizioni tutto sommato favorevoli per rispondere a queste sfide.

Nell'ottica precedentemente definita, la provincia dovrebbe incentivare la presenza di operatori energetici in determinate aree industriali non solo come venditori di energia ma, più in generale, come fornitori di servizi energetici.

Un esempio che potrebbe trovare una imitazione nella realtà bolognese è quello sviluppato di recente in provincia di Modena (Sole24Ore del 15.12.1998), dove enti pubblici (le aziende AMCM e AMIU) e enti privati (industrie a servizio del distretto ceramico, imprese energetiche e società finanziarie) hanno costituito una società per fornire energia alle piccole e medie imprese, diffondere la cogenerazione e ridurre gli sprechi energetici.

In questo caso è stata sfruttata la normativa vigente in tema di riassetto del mercato elettrico, creando consorzi tra i cosiddetti "clienti idonei". Gli obiettivi di questa iniziativa sono inoltre quello di promuovere simili consorzi tra aziende collocate in aree contigue, riducendo complessivamente gli oneri della bolletta energetica delle imprese e producendo l'energia elettrica in modo più efficiente. Si tratterà di veri e propri distretti energetici, dove le PMI si uniranno per diventare interlocutori forti dei fornitori, facendo un forte uso della cogenerazione per rispondere ai propri bisogni e cedendo il surplus ad altri partner sul territorio.

4.2 Gli usi civili

Come ampiamente esposto nel Vol.1, gli usi civili detengono una quota parte dei consumi energetici complessivi della provincia pari a circa il 43%.

L'analisi delle mappe tematiche riguardanti il settore mostra una netta distinzione fra la zona centro settentrionale della provincia e la zona appenninica. La maggior concentrazione di aree residenziali e terziarie, nonché i maggiori consumi si registrano, in particolare nella prima cintura urbana e nel capoluogo, che detiene da solo ben il 46% dei consumi totali di settore.

Per quanto riguarda l'evoluzione del territorio pianificato, il confronto tra la situazione al 1993 e quella al 2000 denuncia una ulteriore lievitazione dell'offerta di aree. Nonostante nel decennio 1990-2000 si siano edificati, sul territorio provinciale circa 35.000 alloggi, le nuove previsioni residenziali contenute nei vigenti PRG assommano a 50.000 alloggi, di cui il 65% in zone di espansione, 20% in quelle di completamento e 15% in aree di ristrutturazione urbanistica. I centri che contano le maggiori previsioni sono quelli dei capoluoghi posti lungo le direttrici principali, ma permangono quote molto significative anche negli altri centri, compresi anche quelli di ridotte dimensioni (15.000 nuovi alloggi) e persino in territorio extr-urbano, dove sono potenzialmente edificabili ulteriori 5.000 alloggi.

Ipotizzando una dotazione minima pari a 10 mq /ab, si può stimare che l'espansione residenziale prevista possa comportare la realizzazione di circa 1.000.000 mq di aree a servizi pubblici, intesi primariamente come: istruzione, assistenza e servizi sociali, pubblica amministrazione, attività culturali e assistenziali, attività di culto.

Per quanto attiene alle altre tipologie di attività terziarie, le più recenti prescrizioni e limitazioni indicate dalla Conferenza dei Servizi stabiliscono in circa 300.000 mq le previsioni di sviluppo per la grande-media distribuzione, di cui 81.000 mq (concentrati nell'ambito bolognese ed imolese) già autorizzati ed inseriti nei Programmi di Prima attuazione. Non è stato invece possibile, per mancanza di indicazioni precise, stimare il futuro sviluppo di aree per le piccole attività commerciali.

4.2.1 Gli usi finali termici

I consumi energetici termici per scopi civili corrispondono a circa il 34% dei consumi complessivi della Provincia.

Il risparmio energetico per il riscaldamento degli edifici risulta quindi essere una delle azioni più importanti per raggiungere gli obiettivi definiti nelle recenti risoluzioni internazionali (Kyoto, Rio ecc.). Gli obiettivi legati ad un uso razionale dell'energia devono portare al massimo risparmio energetico ai minori costi possibili di investimento, gestione e manutenzione.

Essi devono considerare interventi di contenimento dei consumi sul patrimonio edilizio esistente e prevedere migliori criteri di progettazione nelle nuove costruzioni, che siano in grado di ottimizzare le relazioni energetiche con l'ambiente naturale circostante secondo i principi dell'architettura bioclimatica.

Le possibili azioni includono ovviamente l'isolamento termico e l'utilizzo delle migliori tecnologie per i sistemi di riscaldamento convenzionali. Non deve essere inoltre esclusa la possibilità di far ricorso a fonti rinnovabili, in particolare per il solare termico e di operare sostituzioni di boiler elettrici con boiler a gas per la produzione di ACS, come analizzato nei capitoli corrispondenti.

L'obiettivo dell'analisi di seguito riportato è quello di fornire un'analisi delle "opportunità tecnologiche di risparmio energetico" legate alla produzione e distribuzione di energia termica per il

riscaldamento ambientale. Tali opportunità verranno esaminate sia in termini di contenimento della domanda (interventi sull'edificio e sulle modalità di gestione del sistema edificio-impianto) che in termini di miglioramento dei processi di conversione e distribuzione dell'energia (azione sui sistemi di produzione e distribuzione).

Il singolo intervento di risparmio energetico è presentato con la relativa descrizione tecnologica, il potenziale di risparmio e i costi dell'investimento, di gestione e di manutenzione.

L'involucro edilizio

Un corretto concetto di risparmio energetico negli edifici comprende sia sistemi passivi che attivi. Prima di tutto il fabbisogno termico dell'edificio deve essere ridotto tramite opportune azioni sull'involucro edilizio. In una seconda fase si devono applicare le migliori tecnologie possibili per coprire la nuova domanda di energia.

Un alloggio ben isolato è più confortevole in ogni stagione e consente oltre a considerevoli risparmi di energia per il riscaldamento invernale, anche riduzione dei consumi per il condizionamento nella stagione estiva. La coibentazione, infatti, ci aiuterà nelle giornate estive, a tenere fuori il caldo e a trattenere all'interno il fresco eventualmente prodotto dal nostro impianto di raffrescamento.

Uno dei motivi che in genere frena dall'intervenire sull'isolamento dell'edificio è l'idea, in genere errata, di un costo proibitivo dell'intervento di coibentazione anche se riconosciamo che, nel lungo periodo, questo ci ripaga certamente.

E' bene ricordare che non è detto si debba intervenire sempre ed in modo indiscriminato su tutto l'edificio. A seconda dei casi potremo limitare l'intervento alle pareti e magari a quelle esposte a Nord, se il problema maggiore fosse rappresentato dal freddo, o a quelle soggette a maggiore insolazione se i problemi principali sono di surriscaldamento estivo.

Se infine il nostro edificio avesse bisogno di un rifacimento della facciata o anche solo di una semplice ritinteggiatura, allora è quasi certamente opportuno intervenire migliorando anche l'isolamento con un "cappotto" di intonaco isolante.

La valutazione della convenienza economica a realizzare un'opportunità di risparmio energetico riguardante il maggiore isolamento dell'involucro edilizio si basa su una analisi dettagliata dell'edificio, delle sue caratteristiche geometriche, dei componenti impiegati e delle caratteristiche epocali e consiste in:

1. catalogazione delle ipotesi di intervento riferite alle singole tecnologie costruttive;
2. individuazione tecnologica e catalogazione dei materiali isolanti impiegabili per ogni ipotesi di intervento;
3. identificazione delle caratteristiche termofisiche dei materiali impiegabili e loro costo;
4. calcolo del costo dell'energia risparmiata, CER per ogni ipotesi di intervento.

La definizione delle ipotesi di intervento possibili per singola tecnologia costruttiva utilizzata nel fabbricato e più ancora l'individuazione dell'isolante più adeguato, relativamente al suo impiego tecnologico, sono elementi cruciali per la realizzabilità dell'ipotesi di intervento. Le varie ipotesi interventuali infatti non possono essere considerate esclusivamente in termini di rapporti costi/benefici, ma devono essere ragionate in un'ottica estesa all'intero edificio e alle sue caratteristiche. Ad esempio, in presenza di un intervento di manutenzione straordinaria quale il rifacimento degli intonaci in facciata si è portati a considerare l'opportunità di porre dell'isolante all'esterno sotto il nuovo intonaco: i costi sono sicuramente marginali rispetto ad una posa in opera

ad hoc (il cantiere e il ponteggio sono pagati dalla manutenzione straordinaria della facciata). Tale intervento però è impensabile se la facciata del fabbricato è architettonicamente importante anche se non sottoposta a vincoli: il maggiore spessore dell'isolante sotto l'intonaco porterebbe a ricoprire parte dei fregi e delle cornici, ecc. Tali considerazioni portano ad esempio ad escludere a priori dall'analisi l'isolamento a cappotto per gli edifici anteriori al 1919.

Nell'analisi degli interventi di risparmio energetico riguardo a materiali, manufatti ecc., nella attuazione pratica dovranno essere condotte delle verifiche circa il loro stato di vetustà e di obsolescenza, per stabilire se siano convenienti o meno interventi che non possono prescindere dalla rimozione e dalla sostituzione dei medesimi. E' il caso, ad esempio, di una copertura inclinata in legno, per la quale è previsto l'isolamento all'intradosso, ma per la stessa in presenza di una struttura e copertura del tetto obsolescenti potrà risultare opportuno combinare un intervento di isolamento in intradosso con una ricorso completa del tetto piuttosto che operare l'intervento previsto, previo consolidamento della struttura.

Inoltre un certo numero di interventi possono essere presi in considerazione solo in combinazione con interventi di manutenzione straordinaria (ad esempio l'isolamento a cappotto), considerando completamente caricati su di questi i costi delle infrastrutture necessarie (ad esempio i costi fissi di cantiere e ponteggio). Va sottolineato il fatto che il costo connesso alle operazioni aggiuntive indotte dal disagio provocato per la realizzazione dell'intervento, non sempre sono quantificabili e facilmente prevedibili.

Si consideri, per esempio, il caso dell'isolamento di una muratura a cassa vuota ottenibile mediante insufflaggio di materiale o in alternativa con l'applicazione di un cappotto interno. Soltanto una circostanziata analisi del caso specifico potrà stabilire quale intervento prediligere e quale sarà il costo effettivamente pagato alla fine dei lavori. Infatti se, ad esempio nel caso di insufflaggio (realizzato dall'interno), gli inquilini pretendono di essere alloggiati in albergo durante l'esecuzione dei lavori e di avere corrisposto un compenso economico per il disagio, i costi di tale operazione lievitano enormemente rendendo competitivo l'isolamento a cappotto.

In generale, nel caso di interventi sull'involucro edilizio, si ha che i costi di mano d'opera e accessori siano dominanti rispetto ai costi dell'isolante.

Nell'ipotesi di ritenere trascurabili i costi annui di gestione e manutenzione (negli interventi di riqualificazione edilizia sono inesistenti o di piccola entità, segue quindi l'indicazione che per ottenere bassi valori del costo dell'energia risparmiata il criterio ispiratore non deve essere quello di scegliere i materiali e gli spessori di costo inferiore (criterio di costo iniziale minimo), ma quello di massimizzare la riduzione di trasmittanza, utilizzando materiali caratterizzati da più alte prestazioni dal punto di vista termico, il cui maggior costo, essendo marginale, viene presto ammortizzato della successiva economia di servizio.

Per i nuovi edifici le prestazioni energetiche, in termini di massimo fabbisogno stagionale, sono definite dalla legge n.10 del 1991. Tuttavia, un'attenta progettazione consente di ottenere fabbisogni ancora più bassi con conseguenti risparmi energetici ed economici non trascurabili.

Nel seguito verranno descritte alcune possibili azioni di isolamento termico per la ristrutturazione del parco edilizio esistente. Ovviamente, le azioni proposte, sono valide anche per i nuovi edifici dove tuttavia i diversi standard costruttivi di base possono comportare differenze nei costi addizionali.

Isolamento delle pareti

Esistono diverse possibilità per l'isolamento di pareti esterne. Uno dei sistemi più convenienti per l'isolamento di vecchi edifici è la coibentazione attraverso un sistema di muri compatti che vengono fissati, con un particolare adesivo e speciali fissaggi, direttamente alle pareti portanti.

Lo strato isolante è composto da lana di roccia o polistirene e rappresenta allo stesso tempo la struttura di supporto dell'intonaco esterno. La lana di roccia possiede un coefficiente di conducibilità termica $\lambda = 0,035 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ o $\lambda = 0,04 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, sono disponibili elementi fino a circa 200 mm di spessore.

E' necessario porre particolare attenzione alle finestre e alle parti dell'edificio in contatto con il terreno circostante in modo da evitare ponti di calore che potrebbero causare danni alla struttura dell'edificio per la condensation dell'umidità dell'aria.

Un'altra possibilità è rappresentata da doppie facciate con strato isolante con o senza intercapedine. Tuttavia l'utilizzo di tali sistemi in vecchi edifici è più difficile.

Per l'isolamento termico delle pareti perimetrali, sono disponibili diversi sistemi. Nella tabella si riportano, per diverse strutture, i valori della trasmittanza e il costo aggiuntivo rispetto ad una struttura standard (numero 1).

No.	Struttura della parete (dall'esterno all'interno)	Spessore dell'isolante	U-value	Dettagli strutturali	Costi addizionali per m ²
		cm	W/m ² K		EURO/m ²
1.	Parete standard: intonaco - 30 cm mattoni forati - gesso	-	1.5		-
2.	Isolamento esterno: intonaco - lana minerale - mattoni - gesso	10	0.31	Accurata applicazione alle finestre e ai ponti termici	90-130
3.	Doppia facciata: rivestimento - intercapedine d'aria - lana minerale - mattoni forati porosi - gesso	12	0.26	Standard BE solo per i nuovi edifici	175-225
4.	Isolamento interno: intonaco - mattoni - PS hard foam - truciolo + barriera di vapore	6	0.46	La barriera di vapore è necessaria solo per quegli edifici dove non è possibile l'isolamento esterno	70-90

Tabella 4.16 Tipi di isolamento per le pareti

Basamento di pian terreno

La riduzione delle dispersioni termiche verso zone non riscaldate (cantina, garage, ecc.) può essere facilmente realizzata tramite l'applicazione di uno strato di isolante al di sotto del pavimento. Per le strutture direttamente a contatto con il terreno, l'isolamento viene applicato al di sopra.

La tabella mostra le azioni indicate per due tipi di isolamento pavimenti, l'incremento della trasmittanza ed il costo aggiuntivo.

No.	Descrizione	Trasmittanza	Interventi di isolamento	Trasmittanza	Costi aggiuntivi
		W/m ² K		W/m ² K	
1.	Basamento in cemento verso locali non riscaldati	1.39	Isolamento aggiuntivo sotto lo strato di cemento, 7 cm	0.43	50-70
2.	Basamento in cemento verso il terreno	2.00	Isolamento sulla superficie superiore del pavimento (8 cm)	0.43	50-70

Tabella 4.17 Tipi di isolamento per i pavimenti

Tetto

La fattibilità dell'isolamento termico delle coperture dipende dal tipo di tetto (piano o inclinato), dalle costruzioni eventualmente presenti e dall'uso (occupato o non occupato).

In caso di tetto piano, lo strato isolante deve essere applicato sulla parte superiore della struttura già esistente, assieme ad un sottile strato contro la pioggia e l'umidità. Comunque bisogna accertarsi che la struttura stessa funzioni da barriera contro la diffusione di vapore.

L'applicazione di uno strato isolante è più facile nel caso esista un solaio, dove il materiale isolante può essere montato direttamente sulla parte superiore dello strato più alto.

Se l'attico è abitato, il tetto inclinato deve essere isolato con particolare attenzione (sulla parte inferiore o su quella superiore) contro il trasporto di vapore attraverso i vari strati. Se non è escludibile tale diffusione di vapore è necessario installare con attenzione una barriera di diffusione sul lato interno.

La tabella mostra le azioni indicate per i tre tipi di copertura più comune, l'incremento della trasmittanza ed il costo aggiuntivo.

N.	Tipo di tetto	Trasmittanza	Interventi di isolamento	Trasmittanza	Costi aggiuntivi
		W/m ² K		W/m ² K	
1.	Tetto inclinato con pannelli di legno interni	1.85	Isolamento aggiuntivo tra le tegole 10 cm	0.33	30-40
2.	Soffitto di cemento sotto un solaio non abitato	2.04	Isolamento aggiuntivo sulla superficie superiore del soffitto (14 cm)	0.25	15-25
3.	Soffitto di struttura in legno riempito di mattoni pieni	0.95	Isolamento aggiuntivo sulla superficie superiore del soffitto (14 cm)	0.25	15-25
4.	Tetto piano in cemento con insufficiente isolamento	0.78	Isolamento aggiuntivo sulla superficie superiore del tetto (14 cm)	0.23	50-70

Tabella 4.18 Tipi di isolamento per i tetti

Serramenti

In molti vecchi edifici, almeno nei paesi mediterranei, sono installate finestre a vetro singolo.

In molti casi una seconda finestra a vetro singolo è montata all'esterno per creare un'intercapedine con conseguente miglioramento dell'isolamento. Negli edifici più recenti (dopo 1980) le finestre sono a doppio vetro con telaio in metallo o legno.

Soprattutto per gli edifici con vetri singoli è fortemente raccomandata la sostituzione con finestre a doppio vetro, a bassa emissione, con telaio in legno, metallo o plastica (coefficiente globale di trasmissione del calore $U = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$).

La tabella riporta le caratteristiche dei diversi tipi di finestra e mostra il costo aggiuntivo rispetto al vetro singolo.

N.	Vetro	Trasmittanza del vetro	Telaio	Trasmittanza globale	Costi aggiuntivi rispetto alla finestra standard
		$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$		$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	EURO / m^2
1a	Singolo	5.8	Legno o metallo	5.2	-
1b	2 finestre singolo vetrata	5.8/5.8	Legno o metallo	2.6-3.0	-
2a.	Doppio isolamento (10-16 mm gap)	3.0	Legno	2.6	50-70
2b	Doppio isolamento (10-16 mm gap)	3.0	Metallo	3.8	50-70
3a.	Doppio vetro con rivestimento BE	1.3	Legno o plastica	1.4	320-350
3b.	Doppio vetro con rivestimento BE	1.3	Metallo isolato	1.7	320-350

*)BE = Basso emissivi

Tabella 4.19 Tipi di isolamento per i serramenti

Balconi

In molte case multifamiglia i balconi sono incastonati nelle facciate. A parte le ulteriori perdite dovute alla maggiore superficie esterna rappresentata da questi balconi, essi sono spesso costruiti in modo tale da formare dei significativi ponti di calore per l'edificio. La totale invetriatura dei balconi può eliminare questi effetti di "ponte di calore" e diminuire la superficie esterna (che causa le perdite di calore). Inoltre, in combinazione con un semplice meccanismo di ventilazione, parte dell'aria fresca per gli appartamenti può venire prelevata già pre-riscaldata dai balconi, in modo da diminuire le perdite di calore per ventilazione.

Areazione controllata

Le misure di isolamento, soprattutto il cambio delle finestre e/o l'invetriatura dei balconi, devono essere accompagnate dall'installazione di un sistema di areazione controllata, in modo da assicurare un tasso di ricambio d'aria minimo nell'edificio e prevenire così problemi d'igiene e danni agli edifici dovuti all'umidità.

Perciò è necessario prevedere un piccolo ventilatore, preferibilmente nel bagno e piccole aperture nelle pareti esterne (esistono numerosi sistemi che aprono e chiudono automaticamente in funzione dell'umidità e senza alcun azionamento elettrico). Inoltre deve essere permessa la libera circolazione dell'aria da tutte le stanze al bagno.

Normalmente non esiste un significativo risparmio energetico per questi sistemi di ventilazione. Tuttavia sfruttando i balconi invetrati è possibile un risparmio se parte dell'aria fresca per l'appartamento viene prelevata dalla "serra" dopo essere stata pre-riscaldata naturalmente. A seconda delle dimensioni della serra in relazione all'appartamento le perdite possono diminuire del 10 - 20%.

Sistemi di distribuzione del calore

Le aree residenziali con case multifamiglia offrono sostanzialmente tre possibilità per il rifornimento di calore:

- una soluzione centrale dove la generazione di calore avviene in un impianto centrale e il calore viene distribuito ai singoli edifici o addirittura ai singoli appartamenti attraverso una rete di distribuzione di calore e stazioni di trasferimento;
- sistemi di riscaldamento a blocchi, dove ogni casa multifamiglia possiede un proprio impianto per il riscaldamento dei locali e dell'acqua calda;
- riscaldamento autonomo per ogni appartamento, nella maggior parte dei casi caldaie murali.

In vecchi edifici spesso esistono combinazioni di queste possibilità (es. impianti di riscaldamento centralizzati combinati con la preparazione decentrata di acqua calda sanitaria negli appartamenti o addirittura nei punti di erogazione) .

Considerando l'applicazione di avanzate tecnologie di riscaldamento la soluzione centralizzata e quella a blocchi offrono migliori condizioni, mentre impianti autonomi per i singoli appartamenti non solo rendono più difficile l'applicazione di tecnologie avanzate come gli impianti solari termici ma spesso aumentano anche il consumo di combustibili fossili rispetto alle soluzioni centralizzate per effetto di dimensionamenti e manutenzione errati.

Va sottolineato che l'applicazione di quasi tutte le tecnologie avanzate di riscaldamento richiede temperature di distribuzione del calore più basse possibili. Per questo va posta particolare attenzione al dimensionamento idraulico dei sistemi di riscaldamento interni per ottenere condizioni ottimali per applicazioni alle basse temperature. In combinazione con un rinnovamento dell'involucro e quindi con una minore domanda di calore degli edifici, tuttavia, la diminuzione delle temperature di distribuzione è spesso possibile senza alcuna variazione del sistema di radiazione.

Riscaldamento centralizzato per un edificio

Gli impianti a blocchi offrono buone condizioni per l'integrazione di avanzate tecnologie di riscaldamento (es. micro co-generazione per edifici più grandi) oppure energia solare termica.

Anche in edifici dove non esiste una rete per l'acqua calda è possibile una centralizzazione della generazione di calore sia per il riscaldamento sia per l'acqua calda, usando per la distribuzione la rete di riscaldamento già esistente e installando piccole stazioni di trasferimento per l'acqua calda nei singoli appartamenti.

Riscaldamento centralizzato per più edifici

Poiché per questa soluzione è necessario installare un impianto di riscaldamento centrale, nonché una rete di distribuzione del calore, la centralizzazione del rifornimento di calore è ragionevole solo per applicazioni di avanzate tecnologie di riscaldamento, come quello a legna, quello solare termico su larga scala, la cogenerazione ecc. Effettivamente, per effetto del sistema centrale le perdite di calore aumentano. Tuttavia un impianto centrale è il pre-requisito più importante per

molte tecnologie di riscaldamento avanzate, che permettono notevoli risparmi di combustibili fossili e di emissioni di gas serra.

Negli ultimi anni, con le ristrutturazioni degli edifici, spesso gli impianti centralizzati esistenti sono stati rimpiazzati da caldaie autonome monofamigliari. E' in uso credere che tale sostituzione porti ad un miglioramento del comfort termico e ad una riduzione dei costi. Tuttavia, l'applicazione delle tecnologie più avanzate risulta economicamente conveniente per applicazioni su larga scala e quindi ad esempio un impianto di riscaldamento centralizzato. Anche con un impianto centralizzato si possono garantire elevati livelli di comfort ambientale, quando è ben dimensionato e gestito. Inoltre la contabilizzazione individuale del calore utilizzato rende un tale impianto anche più conveniente, per gli utenti finali, delle singole caldaie autonome.

Impianti di riscaldamento

Dispositivi convenzionali

L'installazione di nuove caldaie per il riscaldamento degli ambienti o per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) generalmente viene eseguita alla fine del tempo medio di vita dei dispositivi esistenti (circa 15–20 anni). A parte le nuove installazioni, che in generale sono caratterizzati da una maggiore efficienza rispetto a quindici anni fa, un elevato potenziale di risparmio è dato dall'incremento delle prestazioni e dal miglior controllo degli impianti esistenti che non saranno sostituiti nei prossimi anni.

Mentre i sistemi di riscaldamento installati prima del 1985 lavorano a temperature anche superiori ai 110 °C, la nuova generazione di caldaie a bassa temperatura sono progettate per una temperatura massima di 75°C. La temperatura dei gas di scarico, inoltre, è scesa da 250°C a 110–150°C. Temperature di esercizio inferiori portano ad una ulteriore riduzione delle perdite di calore da parte dei gas di scarico e per via radiativa. L'efficienza dei bruciatori a bassa temperatura raggiunge il 90%.

Per i bruciatori atmosferici è possibile il controllo dell'aria e della portata del combustibile, con conseguente riduzione della capacità della caldaia entro certi limiti senza diminuzione di efficienza anche per capacità inferiori a quella di progetto (modulazione).

In casi molto rari la temperatura inferiore del fluido termovettore può rendere necessario un cambiamento dei corpi scaldanti (radiatori). Tuttavia, nella maggior parte degli edifici esistenti, i radiatori sono sovradimensionati e un sistema di riscaldamento ben bilanciato è in grado di fornire sufficiente energia anche a basse temperature.

Dispositivi avanzati

Le caldaie con condensazione dei gas di scarico sono diventate, negli ultimi anni, una tecnologia standard. In queste caldaie gli scambiatori di calore dei gas di scarico sono dimensionati in modo da raffreddare i gas stessi fino a temperature di 40-50 °C e guadagnano così non solo in calore in confronto ad una convenzionale caldaia a bassa temperatura (con temperature dei gas di scarico intorno ai 120 °C), ma anche in calore latente.

La temperatura di gas esausti (tra cui anche vapore d'acqua) scende al di sotto del punto corrispondente al passaggio di fase e quindi condensa. L'energia termica utile quindi aumenta grazie al calore latente ceduto dall'acqua durante la condensazione. A causa delle basse temperature di esercizio, le caldaie a condensazione sono caratterizzate da perdite ridotte, sia da parte dei gas esausti, sia dai bassi livelli di scambio radiativo. L'efficienza, che normalmente è legata al potere calorifico del combustibile, può raggiungere il 107% relativamente al potere

calorifico inferiore (95% relativamente a quello superiore) del gas naturale. Le caldaie a condensazione possono modulare la propria capacità fino a 20–30 volte rispetto alla capacità di progetto.

Per capacità fino a 800 kW sono disponibili sistemi integrati con l'unità di condensazione annessa alla caldaia, mentre per capacità elevate il condensatore rappresenta un'unità a parte.

La condizione più importante per l'applicazione efficiente di una caldaia a condensazione è una bassa temperatura di progetto del sistema di riscaldamento interno, che è comunque facile da ottenere, anche con i sistemi di radiazione esistenti, se gli edifici vengono isolati nel modo corretto. Nella tabella sono riportati due esempi di incremento delle prestazioni per due differenti tipi standard di impianti termici. E' riportato inoltre il risparmio energetico ottenibile. I costi del sistema sono relazionati all'area da scaldare. Costi aggiuntivi sono da considerare solo per le caldaie a condensazione confrontate con quelle a bassa temperatura.

Sistema di riscaldamento	Consumo specifico (gas naturale/gasolio)			Consumo di energia elettrica per ACS	Risparmio di combustibile	Risparmio di energia elettrica	Costi (costi aggiuntivi)
	rh	ACS	totale				
	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a) (%)	kWh/(m ² a) (%)	EURO/m ²
Riscaldamento tramite caldaia a gas produzione elettrica ACS $\eta_{\text{gas heater}}=0.8$ $\eta_{\text{el. boiler}}=0.95$	252	0	252	33			
Riscaldamento e ACS tramite una caldaia a gas a bassa temperatura $\eta_{\text{tot}}=0.85$	224	34	258	0	-6 (-2%)	33 (100%)	35-40 ^{**)}
Produzione centralizzata di calore e ACS per una casa multifamiliare, caldaia atmosferica, ca. 12 anni di funzionamento $\eta_{\text{tot}}=0.6$	336	52	388	0			
Produzione centralizzata di calore e ACS per una casa multifamiliare, con caldaia a condensazione $\eta_{\text{tot}}=0.8$	252	39	291	0	97 (25 %)	0	10-20

- rh: room heating (riscaldamento ambienti)

- ACS: Acqua Calda Sanitaria

- Energia specifica fornita in relazione all'area scaldata

- Edificio standard

^{*)} Gli impianti termici standard negli edifici esistenti sono generalmente impianti murali a gas per singoli appartamenti oppure impianti centralizzati per l'intero edificio. Per l'ACS spesso vengono utilizzati piccoli boiler elettrici installati direttamente all'interno delle singole unità immobiliari.

^{**) Costo della nuova caldaia e dell'installazione della rete di distribuzione per ACS.}

Tabella 4.20 Tipi di riscaldamento per abitazioni

A parte le azioni sugli edifici, la temperatura interna desiderata è un fattore in grado di influenzare significativamente il fabbisogno termico dell'edificio. Le analisi precedenti sono state effettuate basandosi su una temperatura interna di 20°C; la domanda termica aumenta del 10% per ogni grado in più. Tuttavia, se si assumono moderati miglioramenti dell'involucro edilizio, 20°C generalmente sono sufficienti, perché la temperatura superficiale dei muri e delle finestre è maggiore e la sensazione di comfort conseguente risulta accettabile.

Temperature superiori ai 22–24°C spesso non sono neanche desiderate dagli occupanti, ma sono semplicemente dovute ad un errato funzionamento del sistema di riscaldamento. In particolare, in un grande edificio multifamigliare l'errato controllo e regolazione dell'impianto di riscaldamento spesso causa sbilanci nella distribuzione del calore. Una corretta gestione di tutto il sistema di riscaldamento (regolazione, distribuzione, combustione, ecc.) può portare, da sola, ad un risparmio di energia primaria del 15%.

Impianti di raffrescamento

I sistemi che operano con dispositivi meccanici, come pompe o ventilatori, per trasferire flussi termici sono generalmente chiamati "attivi".

Il termine "passivo" indica invece l'uso di tecnologie e di accorgimenti progettuali che ottengono il controllo di flussi di calore e di massa, utilizzando in modo appropriato le leggi fisiche. I sistemi passivi tendono quindi a garantire il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti attraverso uno "spontaneo" ed efficace sfruttamento delle fonti e dei serbatoi di energia naturali disponibili.

Le possibili strategie di largo respiro atte a limitare i consumi energetici per la climatizzazione estiva operano fondamentalmente su due fronti:

- migliorare le prestazioni degli impianti di condizionamento convenzionali esistenti e adottare criteri progettuali più razionali per le nuove realizzazioni.
- spostare l'attenzione verso tecnologie e tecniche non convenzionali, in altri termini verso interventi passivi o che utilizzino tecnologie basso consumo (low-energy), e in generale rivolti a migliorare le prestazioni dell'involucro e a ridurre i carichi termici.

I sistemi meccanici di climatizzazione estiva (controllo della temperatura ed umidità dell'aria, purezza dell'aria) sono sempre più in via di penetrazione nel mercato del terziario e dagli ultimi anni anche nel residenziale, fino a diventarne caratteristica quasi essenziale. Non per questo rappresentano sistemi energeticamente ottimizzati. Infatti a causa della loro quasi essenzialità spesso vengono progettati in modo semplicistico, utilizzando vecchie regole obsolete, senza una vera ottimizzazione ingegneristica; ciò è dovuto ad una progettazione frammentaria e di comodo, con offerte così ribassate da non potere contenere un vero supporto ingegneristico.

E' frequente che gli edifici climatizzati utilizzino in modo sovrabbondante il reale fabbisogno di energia per la loro climatizzazione. Ciò si ripercuote certamente sui costi capitali e di gestione. E' certamente indicativo che le modalità di gestione di un sistema di climatizzazione spesso non dipendono da dati oggettivi di comfort ambientale (comunque difficile da definire), ma da credenze soggettive su fisiologia e salute, funzionamento del sistema, ecc.

Alla luce di tali considerazioni, le principali misure da adottare (in fase di progettazione o di aggiornamenti degli impianti) consistono in:

- ridimensionamento dei gruppi di refrigerazione ricalcolando accuratamente il reale fabbisogno termico dell'edificio;

- ridefinizione della temperatura dell'aria di mandata, passando da sistemi a temperatura prefissata e costante a sistemi a temperatura variabile, temperatura fissata di volta in volta dalle condizioni che si realizzano dell'ambiente più sfavorito. Occorre dotare il sistema di sensori di temperatura in ogni ambiente e di un controllore intelligente;
- adozione di economizzatori, cioè apparati che in modo automatico provvedano all'introduzione di aria esterna in ambiente ,al posto di aria raffreddata dai refrigeratori, quando quella è sufficientemente fredda e secca;
- miglioramento dell'efficienza dei motori elettrici delle pompe e dei ventilatori sostituendoli con modelli ad alto rendimento;
- trasformazione degli impianti, quando possibile, in sistemi a portata variabile che sono in grado di risparmiare energia adeguando le portate d'aria alle richieste termiche e di qualità dell'aria dell'edificio;
- adozione di sistemi di controllo elettronico della velocità per i motori di pompe e ventilatori, in modo da regolare le portate per variazione di velocità di rotazione e non in modo dissipativo (by-pass o perdita di carico);
- utilizzazione dell'accumulo di "freddo", cioè utilizzare accumulatori termici che consentano di evitare il dimensionamento delle macchine frigorifere sulle potenze di punta, ma invece su potenze medie e di consentirne un funzionamento continuo e quindi ad alta efficienza.

Oggi sono disponibili, non più allo stadio sperimentale, macchine frigorifere non convenzionali che utilizzano tecnologie "*low energy*" capaci di sfruttare forme di energie meno pregiate dell'elettricità (il calore di fiamma, ma anche quello di scarto di processo) con rendimenti termodinamici accettabili. Queste consentono grandi economie sulla bolletta energetica. Si tratta principalmente di:

- frigoriferi ad assorbimento;
- sistemi a cicli di deumidificazione di sostanze dissecanti;
- sistemi evaporativi diretti, indiretti e misti.

Fra le tecnologie "*low energy*" si possono considerare altre due tipologie impiantistiche:

la pompa di calore reversibile (che come è noto consente di ottenere nella stagione invernale del calore con un rendimento termodinamico pari ad alcune unità).

i frigoriferi a compressione accoppiati a motori endotermici alimentati a metano (gas-engine driven chiller) che per la loro spiccata "elasticità" consentono buone economie in applicazioni in cui il carico è fortemente variabile.

Il potenziale in Provincia di Bologna

Il potenziale di risparmio energetico può fare riferimento sia agli edifici presenti, sia a quelli di futura costruzione. Date le caratteristiche della Provincia, si ritiene che numerose azioni di risparmio possano essere ottenute attraverso la ristrutturazione di edifici preesistenti. Ciò non esclude, ovviamente, l'attenzione nella formulazione di indicazioni riguardanti le caratteristiche del nuovo edificato.

Azioni sugli involucri–edifici esistenti

In questa sezione vengono fissati i criteri per ricostruire le caratteristiche energetiche degli edifici esistenti nel territorio comunale (parco edilizio) e censiti da ISTAT.

Attraverso l'elaborazione dei dati del censimento ISTAT si possono desumere, in prima analisi, alcuni parametri fondamentali circa la costituzione del parco edilizio urbano (le caratteristiche morfologiche dell'edificato, quantificato nelle varie epoche costruttive). L'attribuzione degli standard tecnologico-costruttivi caratteristici degli edifici in ciascun periodo storico è stata eseguita, in mancanza di un'apposita ricerca su campione, in maniera più o meno empirica, attribuendo prestazioni termiche alle classi tipologiche evidenziate in precedenza.

Nell'ambito di questo lavoro non è stato possibile compiere una vera e propria azione di monitoraggio sul campo per ovvi motivi di risorse. L'attività di monitoraggio resta tuttavia una delle possibili azioni da compiere in vista di una revisione dei Piani Regolatori.

La ricostruzione del comportamento energetico degli edifici è stata fatta incrociando i dati relativi alle classi di edificio descritte da ISTAT con quelli relativi ai comportamenti termici specifici secondo indicazioni derivanti dalla letteratura oltre che da interviste puntuali a tecnici per ricostruirne la "memoria storica".

Si osserva, tuttavia, come questo approccio porti a risultati indicativi e non definitivi e richieda perciò, in qualche modo, un approfondimento ed un aggiornamento.

I dati relativi alle prestazioni termiche dell'edificio nelle sue condizioni iniziali sono poi stati corretti per tener conto dei possibili interventi di retrofit energetico.

Si sono considerate, in particolare, tre classi di intervento:

- sostituzione vetri singoli con doppi vetri,
- coibentazione dei sottotetti,
- sostituzione caldaie.

Altri interventi di coibentazione, come quelli riguardanti le pareti, non vengono per questo esclusi, ma si ritiene che siano interventi associati ad interventi di manutenzione straordinaria di altro tipo, non specifici per il risparmio energetico.

Le tipologie edilizie caratteristiche delle diverse epoche di costruzione si differenziano, da un punto di vista energetico, fundamentalmente per:

- la struttura urbana in cui si inseriscono (densità, rapporto con il verde);
- la loro forma (numero di piani, compattezza dell'edificio, rapporto S/V, presenza di portici o pilotis, tipo di copertura);
- le caratteristiche del loro involucro (coefficienti di dispersione termica dell'involucro, rapporto superfici trasparenti/superfici opache, presenza di aggetti o logge).

Le epoche di costruzione a cui si fa riferimento sono:

Epoca di costruzione
Prima del 1919
Tra il 1919 e il 1945
Tra il 1946 e il 1960
Tra il 1961 e il 1971
Tra il 1972 e il 1981
Dopo il 1981

Tabella 4.21 Epoche di costruzione degli edifici ad uso civile in Provincia di Bologna

Il modello utilizzato prevede che, per ogni epoca ISTAT, vengano assegnati i valori medi delle caratteristiche termofisiche (trasmittanze) disaggregati per le parti costituenti l'involucro di un solo 'edificio-tipo' rappresentativo di ciascuna epoca, e cioè di muri di tamponamento perimetrale, coperture, basamenti del primo piano riscaldato e finestre.

Nella tabella è riportata la ripartizione del patrimonio edilizio provinciale per classi d'epoca.

	<1919	1919-45	1946-60	1961-71	1972-81	1982-86	1987-91	>1991	Totale
Provincia	62354	48296	98464	104095	69674	21378	13542	27625	445427

Tabella 4.22 Ripartizione del patrimonio edilizio per classi d'epoca

Per quanto riguarda la specificità dei parametri termofisici, si sono voluti considerare gli interventi di riqualificazione che si sono verificati negli anni successivi alla realizzazione, sia per necessarie opere di straordinaria manutenzione, sia per accresciute esigenze di comfort e di adeguamento agli standard di vita più aggiornati (questi ultimi soprattutto si riscontrano in concomitanza con il cambio dell'utenza oppure in occasione di possibili agevolazioni economiche, quali, ad esempio, il finanziamento regionale della metà degli anni '80 ⁽²²⁾ o la recente opportunità di sgravio fiscale sull'aliquota IRPEF): la presenza di alcune variazioni significative dal punto di vista delle

²² La Regione Emilia Romagna ha finanziato interventi di risparmio energetico e valorizzazione delle fonti rinnovabili di energia attraverso le leggi 29 maggio 1982, n. 308 e 9 gennaio 1991, n. 10, negli anni compresi dal 1985 al 1992, riferiti anche al settore civile.

Dal 1995 ad oggi la Regione ha inoltre in gestione i piani regionali di intervento riferiti all'art. 11 della legge n. 10/91 che prevede la concessione di contributi per impianti civili, industriali e misti di produzione, recupero, trasporto e distribuzione dell'energia derivante dalla cogenerazione.

Nel seguito sono indicati alcuni elementi informativi di sintesi (fonte: Regione Emilia Romagna - Assessorato alle Attività Produttive) delle sole iniziative relative agli interventi sull'involucro edilizio, sugli impianti di climatizzazione e di produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari, di illuminazione, riferite al territorio del Comune di Bologna, contenute nei piani regionali di intervento di cui sopra.

Numero iniziative ammissibili: 6200
 Investimento ammissibile: 120 miliardi di Lire
 Contributo ammissibile: 31 miliardi di Lire

Ripartizione delle iniziative per settore di intervento (fonte: Regione Emilia Romagna):

Residenziale: 90 %
 Industriale/artigianale: 3 %
 Terziario: 7%

Risparmio energetico stimato per tipologie di intervento (fonte: Regione Emilia Romagna):

Interventi sull'edificio: 22.500 TEP/a
 Interventi sugli impianti: 13.600 TEP/a
 Pannelli solari ed altre fonti rinnovabili: 1.200 TEP/a

prestazioni energetiche degli edifici suggerisce di ricalibrare i dati per meglio caratterizzare l'attuale parco.

Più in generale si può affermare che gli interventi di riqualificazione siano comunque avvenuti con una incidenza proporzionale al livello di anzianità di ciascun edificio.

Le elaborazioni hanno quindi mosso per l'ottenimento di valori il più possibile coerenti con l'attuale realtà bolognese, parallelamente alla formulazione di scenari di intervento che, di conseguenza, limitino il pericolo di eventuali 'sovrastime' del risparmio energetico ottenibile con azioni di retrofit sugli edifici esistenti.

In questa fase di lavoro, la coerenza con una linea procedurale che rispetti un livello di qualità e di affidabilità dei risultati proporzionato con quello di disponibilità dei dati e con l'effettiva realizzabilità tecnica delle ipotesi di intervento (fissato il traguardo degli scenari all'anno 2010), ha imposto l'analisi di scenari di interventi di retrofit sugli involucri edilizi (*business as usual* o *incentivati* da azioni mirate) limitatamente alle casistiche di generica realizzabilità, riserbando solo in ultima analisi un'indicazione circa il potenziale massimo teorico raggiungibile, per misurare l'ordine di grandezza delle opportunità fornite da eventuali estensioni dei tempi di attuazione.

L'ipotesi di adozione di vetrocamere è sembrata percorribile, sia perché non comporta investimenti elevati, sia perché la loro utilizzazione è spesso legata anche ad esigenze di miglioramento dell'isolamento acustico degli involucri.

Altro intervento considerato riguarda la coibentazione delle coperture a falda all'estradosso della soletta orizzontale, di facile realizzazione e apprezzabile sia sul versante della limitazione delle dispersioni di calore in inverno sia su quello della riduzione dei guadagni dovuti alla radiazione solare in estate.

Le osservazioni, in quanto tali, non pretendono di avvalorare con scientificità numerica l'aggiornamento prestazionale del parco edifici, ma solo di *correggere*, con abbattimenti percentuali cautelativi, l'ordine di grandezza del potenziale di risparmio che altrimenti rischierebbe deludenti smentite in successive sedi operative.

Basti pensare che una buona quota di risparmio energetico è ottenibile intervenendo sugli involucri edilizi preesistenti sostituendo i vetri singoli dei vecchi serramenti (originariamente installati negli edifici fino agli anni settanta) con le attuali vetrocamere. Ma la generica ristrutturazione, anche parcellizzata, comporta spesso questo tipo di intervento, soprattutto nei centri urbani dove, come già accennato, sono anche le esigenze di isolamento acustico a richiederlo: il proposito è quello di scomputare dal potenziale accessibile la quota di sostituzioni già effettuate.

Una prima ipotesi d'aggiornamento riguarda quindi l'attuale diffusione di finestre dotate di vetrocamera nel parco edilizio costruito precedentemente agli anni '70 (epoca a partire dalla quale l'adozione di questa tecnologia si è invece consolidata come equipaggiamento edilizio standard).

Non essendoci dati ufficiali sulle percentuali di sostituzione di vetri singoli con vetrocamere effettuate a posteriori, è stata ipotizzata la penetrazione riportata nella tabella seguente.

Epoca di costruzione	Vetri singoli sostituiti con doppi vetri		
	1999	BAU	Con incentivi (scenario obiettivo)
<1919	30%	40%	50%
1919-'45	25%	35%	45%
1946-'60	15%	20%	25%
1961-'71	10%	12.5%	15%

Tabella 4.23 Stima delle sostituzioni di serramenti a vetro singolo con vetrocamere-Stato attuale, Scenario BAU, Obiettivo

Per le tendenze BAU dei prossimi anni è stato previsto un notevole incremento delle sostituzioni, in ragione degli stimoli dati dalle agevolazioni fiscali di questi due anni. Qualora l'amministrazione Provinciale provvedesse a potenziare l'entità degli incentivi (o per lo meno al perdurare della loro esecutività con proposte analoghe), le sostituzioni al 2010 potrebbero ragionevolmente raddoppiare rispetto allo scenario tendenziale.

Analogamente, sono state fatte alcune considerazioni sull'isolamento e sul recupero dei sottotetti, che in molte città italiane sono realtà tipiche di quest'ultimo ventennio.

E' infatti ragionevole pensare che parte delle volumetrie abitative censite dall'ultima indagine ISTAT siano collocate nei sottotetti delle vecchie falde rese agibili a seguito di recenti interventi su edifici realizzati anteriormente al 1945. E' stato quindi ipotizzato, cautelativamente, che solo il 50% delle falde originarie sia tecnicamente e "formalmente" adattabile ad abitazione mansardata (al di là di eventuali ampliamenti abusivi delle abitazioni degli ultimi piani, i quali, peraltro, è difficile che risultino conteggiati nelle schede del censimento). Di questo 50%, si è pensato che solo il 10% sia stato ad oggi adattato (con conseguente miglioramento delle proprietà termofisiche della copertura *a falda isolata all'intradosso* da computare rispetto alle performance della originaria copertura *a falda + intercapedine + soletta* di pertinenza dell'ultimo piano).

Quindi il 5% delle coperture degli edifici in esame avrebbero una *trasmissione* diversa da quella originaria, mentre il 45% sarebbe recuperabile nel futuro (a discapito del relativo aumento della volumetria da riscaldare, quindi non computabile in questa sede).

Del restante 50% si è ipotizzato, sempre in modo cautelativo, un potenziale tecnicamente isolabile con semplice posa di fibre minerali in rotoli all'estradosso della soletta sottofalda (non abitabile) pari alla sua metà, e che questo sia stato ad oggi isolato per la sua quinta parte (per esigenze di "caldo" degli appartamenti dell'ultimo piano): il 5% delle coperture in oggetto avrebbero quindi una *trasmissione* diversa dall'originaria e il 20% sarebbe ancora isolabile.

La tabella seguente riassume tali ipotesi e riporta le stime previsionali *'business as usual'* al 2010 come pure lo scenario previsionale a seguito di azioni incentivanti.

FALDE < 1945		1999	BAU	Obiettivo
Potenziale adattabile ad abitaz.	50%			
Adattato: falda isolata e abitata		5%	*	*
Da adattare		45%	*	*
Potenz. isolabile non abitabile	25%			
Isolato		5%	15%	25%
Da isolare		20%	10%	0%
Non adattabile/isolabile	25%	25%	25%	25%
TOTALE FALDE	100%	100%	50%	50%

* Non si è tenuto conto di queste casistiche negli scenari di retrofit in quanto la loro prevista realizzazione (promossa, tra l'altro, dalla recente Legge Regionale Emilia Romagna n°11 del 6/4/98 "Norme per il recupero ai fini abitativi dei sottotetti") comporta un aumento di volumetria riscaldata, quindi l'appartenenza ad un contesto di nuova edificazione.

Tabella 4.24 Tetti a falde in Provincia di Bologna-Stato attuale, Scenario BAU, Obiettivo

Come tendenza BAU al 2010 le variazioni stimate risultano tali in virtù degli sgravi fiscali sull'aliquota IRPEF. Se la Provincia provvedesse ad incentivare, nello specifico, l'isolamento delle falde, le previsioni anche in questo caso potrebbero raddoppiare, praticamente saturando il potenziale massimo.

Dal punto di vista termofisico, i valori delle trasmittanze medie rappresentative del parco edifici utilizzate, sono riportati nelle tabelle seguenti.

Trasmittanze medie attuali (W/m ² K)				
Epoca	Muri	Finestre	Appoggio	Tetti
<19	1.62	4.68	1.62	1.66
19 -45	1.62	4.81	1.58	1.66
46 - 60	1.62	5.06	1.30	1.92
61 - 71	1.52	5.20	1.27	1.64
72 - 81	1.23	4.25	1.05	0.91
>81	0.81	2.90	0.92	0.62

Trasmittanze medie scenario BAU (W/m ² K)				
Epoca	Muri	Finestre	Appoggio	Tetti
<19	1.62	4.43	1.62	1.50
19 -45	1.62	4.55	1.58	1.50
46 - 60	1.62	4.94	1.30	1.92
61 - 71	1.52	5.14	1.27	1.64
72 - 81	1.23	4.25	1.05	0.91
>81	0.81	2.90	0.92	0.62

Trasmittanze medie scenario obiettivo (W/m ² K)				
Epoca	Muri	Finestre	Appoggio	Tetti
<19	1.62	4.17	1.62	1.39
19 -45	1.62	4.29	1.58	1.39
46 - 60	1.62	4.81	1.30	1.92
61 - 71	1.52	5.06	1.27	1.64
72 - 81	1.23	4.25	1.05	0.91
>81	0.81	2.90	0.92	0.62

Trasmittanze medie scenario <i>potenziale</i> (W/m ² K)				
Epoca	Muri	Finestre	Appoggio	Tetti
<19	0.81	2.90	1.62	0.62
19 -45	0.81	2.90	1.58	0.62
46 - 60	0.81	2.90	1.30	0.62
61 - 71	0.81	2.90	1.27	0.62
72 - 81	0.81	2.90	1.05	0.62
>81	0.81	2.90	0.92	0.62

Tabella 4.25 Trasmittanze medie-Stato attuale, Scenario BAU, Obiettivo

Come scenario di potenziale massimo si suppone di portare tutti i tamponamenti degli edifici allo standard prestazionale attuale (con una generica fattibilità avvalorata dal carattere relativamente “esterno” delle realizzazioni: la sostituzione delle vetrate, la realizzazione di cappotti, l’isolamento delle coperture) ad esclusione delle prime solette riscaldate, il cui scarso potenziale tecnico accessibile con interventi “esterni” si suppone bilanci quelle specificità delle casistiche di intervento su tamponamenti verticali e sulle coperture che, di contro, non sono realizzabili.

La tabella riassume i risultati in termini di risparmio energetico e di emissioni ottenibile nei tre scenari al 2010. Tali valori sono da intendersi al netto di eventuali variazioni di consumo dovute a cambiamenti del numero di abitazioni utilizzate. Si tenga presente che quasi l’80% del risparmio ottenibile nello scenario riduzione deriva da interventi su edifici di epoca antecedente al 1945. Di questo, poco meno del 50% è concentrato nel solo Comune di Bologna.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi-variazione su attuale (tep)	-10.007	-18.474	-257.097
Emissioni-variazione su attuale (ton)	-28.448	-52.519	-730.889
Emissioni-variazione su attuale (%)	-1,3	-2,4	-33,4

Tabella 4.26 Riepilogo dei consumi e delle emissioni-Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

Azioni sugli impianti–edifici esistenti

Sempre nell’ambito di interventi di retrofit, per quanto riguarda gli impianti di riscaldamento, le elaborazioni hanno mosso dalle tipologie impiantistiche a gas, le più diffuse sul territorio provinciale.

In attesa degli esiti definitivi del censimento avviato di recente dalla Provincia, si è voluta compiere una prima stima del potenziale di risparmio in termini di miglioramento dell’efficienza energetica dei generatori di calore e della regolazione del regime di funzionamento degli impianti.

Supponendo pari a circa 20 anni la vita media delle caldaie autonome (non solo a causa del deperimento intrinseco degli apparecchi ma anche per le crescenti esigenze di spazio, che risultano soddisfatte dalla maggiore compattezza delle caldaie più recenti) e, visto che i primi impianti risalgono agli anni antecedenti il 1980, è ragionevole pensare che sia già in atto in maniera significativa la progressiva sostituzione dei generatori di calore. Quindi, allo stato di fatto, il parco impiantistico più vecchio risulterebbe caratterizzato da rendimenti di distribuzione e di emissione come in origine, ma con rendimenti di produzione e di regolazione che sono assimilabili a quelli delle recenti installazioni.

In virtù di queste considerazioni, e tenuto conto del progressivo miglioramento prestazionale degli impianti ad oggi, è stato suddiviso il numero di impianti nelle fasce d'epoca riportate nella tabella seguente. La media dei rendimenti globali (prodotti dei diversi rendimenti di regolazione, distribuzione, emissione e produzione attribuiti a ciascun periodo) è stata ottenuta pesandola sulla percentuale di impianti di ogni epoca.

Epoca	Quota impianti (%)	Rendimenti globali medi stagionali degli impianti				
		1999	BAU	Con incentivi	Condensazione al 2010	Potenziale
1970-84	0,72	0.73*	0.76	0.76	0.81	0.86
1985-90	0,18	0.74	0.74	0.76	0.87	0.87
1991-99	0,10	0.78	0.78	0.78	0.78	0.88
1970-1999	1,00	0.73	0.76	0.76	0.81	0.86

*Considerando che la prima metà del parco caldaie di quegli anni sia già stata sostituita di recente.

Tabella 4.27 Rendimenti globali medi stagionali degli impianti-Stato attuale, Scenari BAU e Potenziale

Lo scenario tendenziale BAU al 2010 prevede il completamento delle sostituzioni dei generatori di calore e degli strumenti di regolazione del primo periodo considerato con il conseguente aumento di tre punti percentuali sull'efficienza media urbana, mentre un'ipotesi fatta circa gli incentivi per una estensione del rinnovo a tutte le installazioni ante 1990 non costituisce un miglioramento sensibile a livello di media urbana, a causa dell'esiguo numero di installazioni attribuibile a quegli anni.

Un significativo miglioramento delle prestazioni si registra invece supponendo che gli incentivi siano rivolti all'adozione di caldaie ad altissima efficienza (caldaie a condensazione dell'ultima generazione) sia per le sostituzioni già previste a completamento del rinnovo del parco del primo periodo, sia per l'estensione di tali sostituzioni ai generatori del secondo periodo.

Infine, per meglio comprendere a quanto ammonti il potenziale massimo raggiungibile con l'adozione della tecnologia migliore, si è voluto verificare numericamente quali siano gli effetti della sostituzione integrale del parco caldaie esistente oggi in provincia di Bologna con tipologie a condensazione.

La tabella riassume gli effetti, in termini di consumi ed emissioni, ottenibili nei tre scenari al 2010, per effetto del rinnovo impianti. Tali valori sono da intendersi al netto di eventuali variazioni di consumo dovute a cambiamenti del numero di abitazioni utilizzate.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi-variazione su attuale (tep)	-27.947	-69.926	-107.023
Emissioni-variazione su attuale (ton)	-80.216	-200.704	-307.182
Emissioni-variazione su attuale (%)	-3,7	-9,2	-14,0

Tabella 4.28 Riepilogo dei consumi e delle emissioni-Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

La variazione del mix energetico–edifici esistenti

Nell'analisi riguardante il sistema energetico bolognese (Volume 1) è stata descritta l'evoluzione della diffusione del gas naturale nel territorio provinciale. Allo stato attuale sono ancora presenti diverse utenze civili che non utilizzano tale fonte energetica. In cambio si fa ancora uso di altri combustibili come il gasolio, oppure si fa ricorso all'energia elettrica o al GPL per particolari

applicazioni (ad esempio la produzione di acqua calda sanitaria). Per contro, lo sviluppo della rete di metanizzazione sembra aver raggiunto ormai la quasi totalità del territorio provinciale.

Sulla base di queste considerazioni risulta quindi che esistono ancora significative possibilità di penetrazione di tale vettore energetico. Le variazioni dell'offerta di energia sono state quindi, suddivise in tre possibili scenari di sviluppo. Il primo scenario definisce lo sviluppo tendenziale delle sole fonti energetiche gasolio e gas naturale. In tale scenario si ipotizza, che, per quanto riguarda l'esistente, non si verifichino modifiche nella suddivisione di tali combustibili, al contrario di quanto supposto per il settore elettrico. Questa decisione è supportata dalla considerazione che la metanizzazione in Provincia di Bologna, iniziata già a metà degli anni '70 abbia raggiunto un elevato grado di saturazione.

Lo scenario obiettivo è stato ricavato supponendo una riduzione della quota di gasolio per riscaldamento pari al 50% completamente a favore del gas naturale.

Lo scenario di potenziale massimo prevede la totale scomparsa del gasolio per usi termici.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi-variazione su attuale (tep)	0	0	0
Emissioni-variazione su attuale (ton)	0	-6.750	-13.499
Emissioni-variazione su attuale (%)	0,0	-0,3	-0,6

Tabella 4.29 Consumi ed emissioni-Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

Come verrà esposto più in dettaglio nel paragrafo sugli usi elettrici, per quanto riguarda la produzione di ACS nel residenziale, nello scenario tendenziale non si ipotizza alcuna variazione rispetto alla situazione attuale per quanto riguarda l'esistente.

Nello scenario obiettivo si suppone, invece, la sostituzione di scaldabagni elettrici con analoghi impianti a gas, e l'integrazione di parte di questi con impianti che sfruttano l'energia solare, basandosi sulle stime effettuate nel capitolo relativo. Nello scenario potenziale, infine, si ipotizza la sostituzione completa degli scaldabagni elettrici con impianti a gas e, anche in questo caso, l'integrazione degli stessi con impianti solari.

Tale tipo di interventi implica, a livello di consumi ed emissioni, i risultati seguenti:

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi-variazione su attuale (tep)	0	888	2.760
Emissioni-variazione su attuale (ton)	0	157	1.397
Emissioni-variazione su attuale (%)	0,0	0,01	0,1

Tabella 4.30 Consumi ed emissioni-Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

Di seguito riassumiamo gli effetti combinati degli interventi sin qui proposti per quanto riguarda il patrimonio edilizio esistente.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi-variazione su attuale (tep)	-37.591	-85.835	-325.614
	-4,8	-11,1	-42,3
Emissioni-Variazione sull'attuale (ton)	-107.620	-254.186	-941.706
Emissioni-Variazione sull'attuale (%)	-5,0	-11,6	-43,0

Tabella 4.31 Riepilogo dei consumi e delle emissioni-Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

Come si può notare, gli interventi di risparmio sul patrimonio esistente sono in grado di apportare riduzioni significative di consumi ed emissioni.

Va sottolineato il fatto che, in questa sede alcune delle ipotesi fatte sono state applicate esclusivamente al settore residenziale e per questo stesso settore si è stimato quantitativamente il potenziale di risparmio energetico. E' altresì evidente che le operazioni di risparmio effettuate per il residenziale possono essere estese anche al settore terziario e della pubblica amministrazione. In questa sede non si fanno stime circa il potenziale di risparmio energetico corrispondente a questi settori

Edifici di nuova costruzione

Basandosi sui dati previsionali dei PRG, esposti precedentemente, le stime dei consumi per usi termici nel nuovo edificato, hanno mosso dall'individuazione di consumi specifici a norma (ex legge 10/91) che hanno costituito la base su cui porre delle percentuali di riduzione in funzione dei diversi scenari proposti.

Per quanto riguarda il comparto residenziale, nello scenario tendenziale, alle normali edificazioni, che dovranno rispettare le norme vigenti, è stato quindi assegnato, con buona approssimazione, un valore di riferimento di 140 MJ/m3 anno.

Nello scenario obiettivo, si è preferito limitare la riduzione a soli 130 MJ/m3 anno²³. La differenza di 10 MJ rispetto alle normali edificazioni è attribuita ad una sorta di sensibilizzazione indotta verso le problematiche ambientali da alcune procedure già in atto almeno in parte del territorio provinciale.

Si fa riferimento, in particolare al modello BRICK²⁴ attivate presso il Comune di Bologna che, come esposto ampiamente nel Vol. I, detiene da solo più del 40% dei consumi termici per usi civili.

Infine, nello scenario potenziale si assume che la totalità dei nuovi edifici venga realizzato seguendo gli standard previsti dalla procedura BRICK, il che si traduce in un consumo specifico annuo pari a 100 MJ (pari ad un abbattimento del 30% dei consumi rispetto a quelli teorici previsti dalla normativa vigente).

In questo contesto la stima dei consumi specifici attribuibili agli altri settori non è ovviamente di immediata desumibilità, vista la molteplicità degli aspetti che competono le strutture edilizie e il loro uso quando questo non ha carattere residenziale.

²³ Un riferimento di conforto a tale stima è costituito da una indagine riportata negli atti della CNEA-settore civile-Roma, novembre '98, dove per gli edifici residenziali a basso consumo il valore medio in territorio nazionale risulta pari a 126 MJ/m3 anno.

²⁴ Il percorso verso lo sviluppo di norme per la sostenibilità in edilizia nella prospettiva di una revisione del Regolamento edilizio, ha portato l'Unità Ambiente del comune di Bologna alla definizione di un primo gruppo di norme prestazionali nell'ambito di un progetto denominato BRICK. Tale progetto è stato pensato per l'introduzione consistente, ma allo stesso tempo ben attuabile, di aspetti ambientali ed energetici nella progettazione edilizia. Sono diversi gli articoli di BRICK che fanno riferimento al risparmio energetico, sia per quel che riguarda la produzione di energie rinnovabili, che la conservazione di energia termica nel periodo invernale, che lo sfruttamento degli apporti solari nel periodo invernale ed il loro controllo nel periodo estivo. Nella sostanza, l'indicazione normativa più forte e chiara riguarda la riduzione dei consumi per riscaldamento (art. RC6.1) del 30% rispetto ai limiti previsti dalla legge 10/91. (Per maggiori dettagli si veda "Progetto Urban CO₂ Reduction del Comune di Bologna"—Aprile 1999, par.2.1.3).

Si è voluto, almeno in prima analisi, partendo dalle considerazioni fatte per il settore residenziale, attribuire i consumi specifici agli altri settori in virtù di evidenti differenze dei carichi termici interni (dovuti alla concentrazione degli occupanti e alla presenza di apparecchiature elettriche negli ambienti), che corrispondono, in linea di massima, alla differenza del fabbisogno di calore che la centrale di produzione deve soddisfare.

Queste considerazioni di raffronto tra residenziale e terziario sono state mantenute anche per la costruzione degli scenari che prevedono una riduzione dei consumi per riscaldamento: tale riduzione dovrebbe a sua volta essere decrescente, per il settore terziario, coerentemente con l'aumentare della richiesta di efficienza.

Infatti, le riduzioni dei consumi per riscaldamento, come già accennato, sono dovuti ad una maggiore attenzione alla problematica ambientale in un caso e al rispetto di precisi standard prestazionali nell'altro. Ciò rivela anche corrispondenti miglioramenti dell'efficienza delle apparecchiature elettriche adottate. Di conseguenza, la riduzione dei consumi elettrici (le stesse percentuali di risparmio previste per i consumi termici risultano plausibili anche per quanto riguarda i consumi elettrici), comporta in una 'minore riduzione' del consumo per riscaldamento, dovuta al carico termico inferiore prodotto dagli apparecchi che consumano meno energia elettrica.

Di seguito riportiamo i consumi per riscaldamento stimati, sulla base delle considerazioni precedenti, per i differenti settori negli scenari al 2010.

Consumi (MJ/m³)	BAU	Obiettivo	Potenziale
Residenziale	140	130	100
Servizi	133	124	95
Grande distribuzione	125	117	90

Tabella 4.32 Stima dei consumi per riscaldamento-Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

Per la definizione quantitativa dei nuovi scenari di consumo ed emissioni, si è assunta la completa metanizzazione del nuovo edificato sia per quanto riguarda il riscaldamento ambienti, che, per quanto attiene al settore residenziale, la produzione di ACS (assumendo in questo caso l'uso del boiler per un consumo medio per utenza pari a 1.200 kWh) che l'uso cucina (477 kWh/ut).

Per quanto riguarda le caratteristiche strutturali dei nuovi edifici, mancando indicazioni di dettaglio, si è assunto per quanto riguarda le nuove abitazioni una superficie media di 100 mq ed una altezza di 3 m; per quanto riguarda i servizi un'altezza di 3,7 m ed infine per la grande distribuzione una altezza compresa fra i 4,5 e i 5 m.

Le elaborazioni hanno portato ai consumi esplicitati nei grafici seguenti.

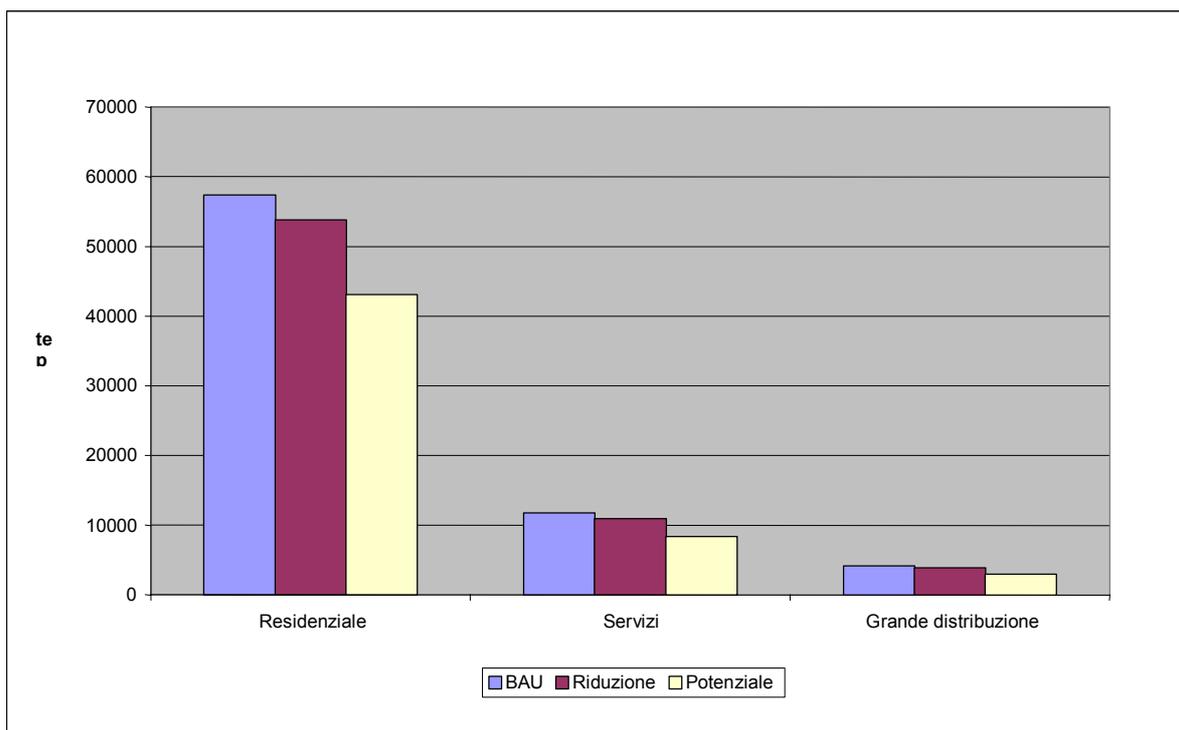


Figura 4.2 Nuovo edificato-scenari energetici al 2010

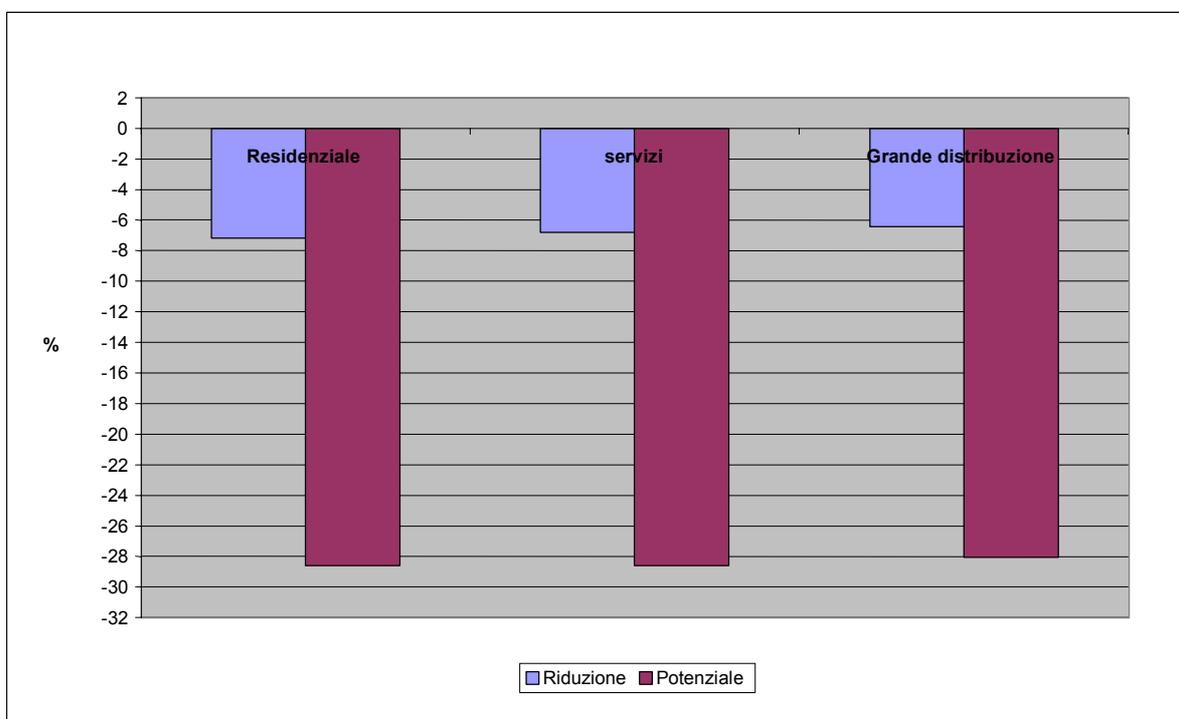


Figura 4.3 Nuovo edificato-variazione % dei consumi

Il quadro riassuntivo del nuovo edificato prevede un consumo complessivo annuo per riscaldamento pari a 3.070 TJ (+9,5% rispetto al 1999). Le strategie previste nello scenario riduzione consentono di ridurre i consumi del nuovo costruito del 6% circa, il che comporta un consumo totale annuo pari a 2.900 TJ. Qualora la totalità dei nuovi edifici fosse realizzato seguendo gli standard previsti da BRICK, la conseguente riduzione del 26% sui consumi porterebbe ad un totale di poco meno di 2.300 TJ.

La quantificazione delle emissioni legate ai consumi sopra stimati nei differenti scenari, è riportata nella tabella a seguire.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi (tep)	73.314	68.667	54.451
Emissioni (ton)	209.030	195.782	155.248

Tabella 4.33 Consumi ed emissioni-Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

Va sottolineato il fatto che, le ipotesi di evoluzione del settore al 2010, derivano dalle previsioni di PRG e andranno considerate come un limite massimo di sviluppo entro cui rientreranno le reali dinamiche in atto, anche da un punto di vista energetico.

Dai risultati delle analisi sin qui svolte sugli usi finali termici nel settore civile, sia per quanto riguarda il patrimonio edilizio esistente che quello di futura realizzazione, deriva il quadro complessivo di nuovi consumi ed emissioni, riassunto nello schema seguente.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi – variazione su attuale (tep)	35.723	-17.168	-271.163
Consumi – variazione su attuale (%)	4,6	-2,2	-35,2
Emissioni – variazione su attuale (ton)	101.410	-58.404	-786.458
Emissioni – variazione su attuale (%)	4,6	-2,7	-36,0

Tabella 4.34 Riepilogo dei consumi e delle emissioni-Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

4.2.2 Gli usi finali elettrici

I consumi elettrici per scopi civili corrispondono al 54% dei consumi elettrici complessivi nella Provincia di Bologna.

Sul fronte tecnologico va notato che da diversi anni sono disponibili soluzioni mature il cui eventuale extracosto è ampiamente recuperato sul tempo di vita dell'intervento. Nell'ambito di una politica rivolta alla riduzione delle emissioni secondo quanto concordato dall'Italia nell'incontro di Kyoto, gli interventi nel settore elettrico risultano in diversi casi particolarmente interessanti (per efficacia di penetrazione e rapidità di implementazione). Gli interventi riguardano diversi usi finali e diverse tecnologie a seconda del macrosettore economico in esame (domestico, terziario).

Nel seguito riportiamo una sintesi del quadro tecnologico attualmente disponibile per possibili interventi rivolti al risparmio elettrico negli usi finali del settore civile. Si rimanda agli Allegati per un quadro più dettagliato.

Illuminazione

Per quanto attiene all'illuminazione di interni, nel settore domestico sono disponibili le lampade fluorescenti compatte ad alimentazione elettronica (CFL), che vanno a sostituire le lampade ad incandescenza, con risparmi dell'80% e durata fino a 10 volte superiore. Il loro costo è variabile, a seconda della casa produttrice, ma ormai sono disponibili sul mercato CFL per un prezzo inferiore alle 10.000 Lire. In ogni caso, anche quando il prezzo rimane sulle 30.000 Lire, la convenienza della CFL è garantita. Il mercato è comunque maturo per una penetrazione massiccia di questa tecnologia.

Nel terziario le possibilità di risparmio si hanno grazie all'utilizzo di illuminazione a fluorescenza, con alimentazione elettronica, corredata di sistemi di controllo (sensori di presenza, regolatori di flusso luminoso automatici o manuali). Di non secondo conto è anche l'adozione di apparecchi illuminanti con una buona ottica, che sfruttano meglio la luce fornita dalle sorgenti e garantiscono maggiore comfort. I risparmi (incluso sorgenti, controlli e apparecchi) si attestano tra almeno il 20% fino anche al 50%-60%, a seconda della situazione. Anche in questo caso tecnologia e costi consentono ampi interventi (con tempi di pay-back che variano tra uno a qualche anno, a secondo del numero d'ore d'uso annuo degli impianti), tuttavia il settore sconta la frequente impreparazione degli installatori, le limitazioni di budget e la scarsa informazione degli utilizzatori finali (difficoltà a reperire ed usufruire di una buona consulenza).

Nel caso dell'illuminazione di interni la norma UNI 10380 indica i valori di illuminamento che devono essere garantiti nelle diverse tipologie di locali.

Rispetto all'illuminazione pubblica (stradale), sono ampiamente disponibili sorgenti ad alta efficienza (lampade a vapori di sodio ad alta pressione) anche con buona resa cromatica, in sostituzione sia di residui di illuminazione a incandescenza, sia di lampade a vapori di mercurio. La norma UNI 10439 è in questo caso riferimento per i limiti sulle luminanze e sugli illuminamenti. Molto importante, ma purtroppo trascurato persino in recenti installazioni, è il discorso della progettazione illuminotecnica, per evitare sovradimensionamenti (strade con eccesso di illuminazione), pur garantendo la sicurezza, e per evitare inutile inquinamento luminoso (fasci di luce orientati in buona parte sui muri delle case o dispersi verso l'alto): la scelta degli apparecchi illuminanti è un'operazione delicata e va sottoposta a criteri di qualità. Infine, una tecnologia non molto diffusa, ma di estrema utilità, è lo stabilizzatore/regolatore di flusso, che consente di smorzare il flusso luminoso nelle ore a bassa frequentazione e che consente risparmi non indifferenti. I risparmi ottenibili (incluso lampade, apparecchi e riduttori di flusso) vanno dal 20% fino anche all'80% a seconda dell'impianto di partenza. I tempi di ritorno si aggirano su qualche mese, fino a 4-5 anni, a seconda della situazione pregressa.

Apparecchiature elettroniche

La scarsa consapevolezza dei consumi da apparecchiature elettroniche è legata al fatto che per lo più si tratta di consumi "nascosti", che avvengono quando l'apparecchio è tenuto spento²⁵ oppure è in funzione ma non è utilizzato (è in "attesa" –*stand-by*–).

La riduzione dei consumi dei dispositivi elettronici richiede:

- educazione dell'utente nel porre attenzione alle modalità d'uso degli apparecchi
- apparecchiature a basso consumo e con gestione automatica dei consumi.

²⁵ Gli apparecchi elettronici (per via dei trasformatori e di alcune porzioni di circuiteria interna) di solito consumano un minimo anche se sono spenti (cioè anche se abbiamo azionato il tasto *power off*), per cui dovrebbero essere inseriti in quadri elettrici in cui esiste un interruttore generale che disinserisce tutte le prese: il disinserimento a fine giornata o nel weekend diventerà molto più semplice.

Lo *stand-by* è un'opzione a costo zero (per i PC è già una prestazione prevista ma spesso non attivata all'acquisto e l'utente non si preoccupa in seguito di provvedere personalmente).

Attualmente, computer, stampanti, fax, fotocopiatrici, TV, videoregistratori, ecc. possono tecnicamente essere forniti di stand-by di 1 W (mentre tipicamente si va dai 3 ai 10 fino ai 30 W per una fotocopiatrice). In alcuni casi (vedi tipicamente computer e fotocopiatrici), è importante che la modalità di stand-by sia attivata già al momento dell'installazione e se ne verifichi l'effettiva funzionalità²⁶. I consumi da stand-by o off possono anche raggiungere il 50% del consumo complessivo, per cui è importante tenerne da conto, soprattutto in un momento storico in cui la proliferazione di queste tecnologie è elevata (sia nel domestico che nel terziario).

Per le apparecchiature elettroniche non esiste un'etichettatura europea. Esistono programmi di accordo volontario con i produttori per fornire gli apparecchi di un'etichetta che individua le prestazioni del sistema di gestione dello stand-by e della modalità off (per es. Energy Star americana).

Refrigerazione

Riguardo all'efficienza nella tecnologia del freddo esistono sul mercato prodotti che consentono elevati risparmi, grazie al miglioramento dell'efficienza del sistema frigorifero (compressori ed evaporatori) e dell'isolamento delle pareti dell'apparecchio. Si arriva a riduzioni rispetto a prodotti standard anche del 50%.

C'è da porre attenzione anche all'utilizzo di materiali che comportano un minor impatto ambientale rispetto ad apparecchi classici ancora in vendita:

- utilizzo degli idrocarburi come fluidi refrigeranti,
- adozione di materiali riciclabili.

Nel caso del settore terziario (frigoriferi ad uso commerciale) ulteriori accorgimenti riguardano:

- corretto uso e buona manutenzione,
- misure relative al mobile frigorifero che o migliorano la circolazione dell'aria o riducono le perdite di aria fredda.

Nel settore domestico l'implementazione dell'etichettatura energetica consente di individuare in modo chiaro i dispositivi ad alta efficienza al momento dell'acquisto. I prodotti di classe A sono ancora percepiti sul mercato italiano come prodotti "di lusso", sebbene i costi aggiuntivi di acquisto (in media di 200.000 Lire in più) siano spesso dovuti più al design che non alla prestazione energetica e siano recuperabili nel giro di qualche anno (3-4 anni), contro una vita dell'apparecchio di almeno 10 anni. Da ricordare anche l'implementazione, nel novembre 1999, degli standard minimi di efficienza, che hanno vietato la produzione di apparecchi frigoriferi domestici con classe di efficienza inferiore alla C (con deroga alla classe E per i congelatori).

La Commissione Europea ha promosso dal 1997 l'implementazione di un sistema informatico europeo per l'informazione sugli elettrodomestici ad alta efficienza (ELDA). Nel corso del 1999-2000 il database e il software per la versione italiana sono stati approntati e testati. Nel corso del 2001 verrà realizzata la versione su Internet.

²⁶ si verificano casi di PC che vanno in standby, senza poter essere validamente riattivati al momento di necessità, richiedendo pertanto il resettaggio della macchina.

Lavaggio

Il consumo energetico delle apparecchiature per il lavaggio di biancheria o stoviglie è in massima parte legato alla fase di riscaldamento dell'acqua²⁷ e a inefficienza nel ciclo di lavaggio (non adattamento del ciclo rispetto alle reali esigenze di sporco).

Nel caso di apparecchiature ad uso terziario vi è in aggiunta il discorso di garantire anche l'igiene del lavaggio.

Di non minor rilievo è l'impatto ambientale legato all'uso dei detergenti.

Il miglioramento dell'efficienza energetica delle apparecchiature per il lavaggio riguarda (a parità di prestazioni di lavaggio):

- riduzione della quantità d'acqua calda adoperata nella fase di lavaggio,
- riduzione della temperatura di lavaggio,
- introduzione di acqua preriscaldata da fonte solare o gas (sistemi a doppia presa con valvola termostatica o anche a singola presa per lavastoviglie),
- pieno utilizzo del detergente (sistemi lavaggio a pioggia o jet-system),
- controllo del carico e/o dello sporco (capacità variabile di carico, controllo elettronico del livello di schiuma –fuzzy logic-),
- modifica della tecnologia di lavaggio (lavaggio a freddo).

Nel settore domestico l'implementazione dell'etichettatura energetica consente di individuare in modo chiaro i dispositivi ad alta efficienza al momento dell'acquisto. Il risparmio di un apparecchio di classe A rispetto a quello di classe C (attualmente il più presente sul mercato) supera il 30%. I costi maggiori di un apparecchio di classe A non sono evidenti: ciò che fa la differenza è l'eventuale presenza di controlli elettronici e, per le lavatrici, la velocità di centrifugazione (ogni 100 giri al minuto in più si ha in media un incremento di 100.000 Lire).

Per il lavaggio nel settore terziario non sono attualmente disponibili indicazioni sulle percentuali di risparmio in base al tipo di interventi proposti, tuttavia un elemento degno di nota è che le esigenze di velocità nel servizio di lavaggio spesso comportano elevate richieste di potenza (vedi le lavatrici automatiche che hanno un ciclo non superiore ai 45 minuti) o accensioni prolungate (vedi le lavastoviglie dei bar che mantengono l'acqua in temperatura per tutto l'orario di apertura). La possibilità di eliminare in tutti questi casi la fase di riscaldamento elettrico dell'acqua ridurrebbe i consumi di almeno il 50%.

Acqua calda sanitaria

I consumi elettrici associati alla produzione di acqua calda sanitaria (ACS) sono in generale molto elevati per il singolo utente: per l'utente domestico rappresentano in media un terzo o un quarto dei consumi elettrici complessivi.

Tra le possibilità immediate che si offrono per ridurre i consumi elettrici nella produzione di ACS ci sono sostanzialmente quelle di:

- passare a tecnologie efficienti (apparecchiature con buon isolamento termico),
- installare timer per la gestione dei carichi (che consentono tipicamente l'accensione programmata notturna, due o tre ore prima dell'utilizzo al mattino),
- attivare campagne di informazione sulla possibilità di ridurre i consumi grazie a una gestione corretta (manuale) delle accensioni e spegnimenti dell'apparecchio.

I risparmi ottenibili con queste tecnologie sono almeno del 30%, fino al 50%-60%.

²⁷ Il sistema di lavaggio "a secco" pur costituendo una voce non indifferente di consumo e di uso di prodotti inquinanti non viene qui considerato per assenza di dati disponibili.

Tuttavia le soluzioni che risultano più efficaci in termini di riduzione dei consumi e delle emissioni sono quelle di sostituzione dello scaldabagno elettrico con uno scaldabagno a gas o uno alimentato da pannelli solari e integrato con il gas.

Gli usi finali elettrici in Provincia di Bologna

Settore domestico

L'analisi delle mappe tematiche riguardanti i consumi elettrici del settore residenziale²⁸ (Atlante tematico dell'energia, TAV. 22-26) mostra che i maggiori consumi sono concentrati sia nelle aree cittadine (Bologna e Imola), sia nell'hinterland Bologna-Imola, seguendo la distribuzione della popolazione residente (vedi TAV.1 dell'Atlante Tematico). In verità la città di Bologna concentra oltre il 40% dei consumi domestici di tutta la Provincia. Osservando i consumi specifici per utente, tuttavia, Bologna non mostra i valori più elevati. Una possibile interpretazione di questo dato è che la città di Bologna accolga un numero elevato di utenti non residenti (per es. gli studenti universitari), per cui il numero di dispositivi installati per utenza è inferiore in Bologna rispetto all'area circostante Bologna²⁹. Tra i dispositivi elettrici non possiamo ritenere che nell'hinterland si abbia maggiore presenza di scaldabagni elettrici, visto che la metanizzazione del territorio è ovunque elevata (vedi TAV.16-18 e TAV. 20-21 dell'Atlante). Tuttavia, non avendo a disposizione dati ENEL ripartiti tra utenze residenti e non residenti, non è possibile raffinare ulteriormente l'analisi a questo livello.

Un dato interessante è comunque che, eccetto l'area appenninica, in tutti gli altri comuni il consumo domestico per utente si attesta oltre i 2.000 kWh annui, mostrando che la diffusione di apparecchiature è ragionevolmente omogenea sul territorio e pertanto gli interventi di risparmio che possono essere suggeriti riguardano indifferentemente gli utenti di tutti i Comuni della Provincia.

Per valutare i possibili interventi di risparmio nel settore domestico è opportuno innanzitutto ricostruire la ripartizione in usi finali dei consumi degli utenti domestici al 1999.

Tale ripartizione è ottenuta incrociando il dato di diffusione delle diverse apparecchiature presso l'utenza e il consumo medio delle apparecchiature installate.

I dati di diffusione delle apparecchiature elettriche sono stati rielaborati a partire dai dati forniti dall'indagine ENEL³⁰ del 1993 e dall'indagine Findomestic del 1998 realizzata specificatamente per la Regione Emilia Romagna. L'indagine ENEL è stata condotta a livello nazionale dalla DOXA attraverso interviste mediante questionario a un campione di 10.000 utenti domestici dell'ENEL (sia in abitazioni principali che secondarie -ovvero residenti e non residenti-) estratti in modo da ottenere risultati significativi a livello regionale.

I valori di *consumo specifico* per ogni singolo elettrodomestico sono stati assunti come medie indicative, rielaborando i diversi dati a disposizione:

- i dati di vendita di apparecchiature elettriche rilevati nei punti vendita degli ipermercati Coop di Bologna e Imola per gli anni 1996-2000
- il database predisposto dall'istituto di ricerche di marketing *IFR Italia*, contenente i dati di consumo e le caratteristiche dei singoli modelli di frigocongelatori, lavabiancheria e lavastoviglie presenti sul mercato italiano al giugno 1995, gennaio 1997, gennaio 1998 e gennaio 1999.
- i dati di consumo, pubblicati dall'ENEA, dei singoli modelli di frigocongelatori, lavabiancheria e lavastoviglie presenti sul mercato italiano al 1991, 1993/1994 e 1996/1997;

²⁸ Si tratta di consumi non suddivisi tra abitazioni e servizi generali.

²⁹ Per l'utenza non residente la lavastoviglie, il congelatore e, talvolta, anche la lavatrice non hanno elevata diffusione.

³⁰ cfr. ENEL, *La Domanda di Energia Elettrica degli Utenti Domestici dell'ENEL 1993 (1994)*. Un'indagine condotta da ISMERI ha invece guardato solo i principali elettrodomestici.

- i dati risultanti dalle elaborazioni effettuate da Ambiente Italia per i Piani energetici di diversi Comuni italiani in relazione ai consumi per refrigerazione, lavaggio biancheria e stoviglie, illuminazione, apparecchiature elettroniche, acqua calda sanitaria, riscaldamento ambienti e condizionamento³¹.

Per maggiori dettagli sull'analisi dei dati di vendita e l'incrocio con i dati di prodotti disponibili sul mercato per il periodo antecedente il 1997, si vedano gli Allegati.

Riportiamo qui in sintesi le distribuzioni secondo le diverse classi di efficienza energetica per i diversi dispositivi. Tali distribuzioni sono funzionali alla definizione del consumo unitario per dispositivo e per utente, per ogni singolo uso finale.

³¹ Cfr. in particolare paragrafo 1.1 Gli usi finali elettrici nel settore residenziale nel capitolo 5 del volume I del Piano energetico-ambientale del Comune di Roma dove è riportata per Roma una analisi analoga a quella effettuata in questo paragrafo e dove sono inoltre riportati i riferimenti alle singole sezioni del rapporto nelle quali sono state eseguite le diverse elaborazioni.

TIPOLOGIA LAMPADA	% DI PENETRAZIONE
Incandescenti	
15 W	1,1%
25 W	13,6%
40 W	20,2%
60 W	20,2%
75 W	2,2%
100 W	7,5%
150 W	0,1%
Fluorescenti lineari	
18 W	0,4%
36 W	0,3%
Fluorescenti circolari	
22 W	0,9%
28 W	1,8%
32 W	2,6%
40 W	0,2%
Fluorescenti compatte elettroniche	
5 W	0,3%
7 W	0,7%
9 W	1,4%
11 W	2,5%
15 W	3,9%
20 W	8,4%
23 W	2,2%
Fluorescenti compatte	
8 W	0,4%
14 W	0,3%
16 W	0,6%
18 W	0,8%
21 W	1,0%
Alogene	
20 W	1,3%
35 W	0,3%
50 W	0,5%
60 W	0,6%
100 W	1,3%
150 W	1,2%
200 W	0,2%
300 W	0,8%
500 W	0,4%

Fonte: elaborazioni su dati IperCoop Bologna e Imola

Tabella 4.35 Illuminazione–Stima del parco lampade installato al 1999

	Classi di efficienza energetica*						
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F	Classe G
Frigoriferi 1 porta	0,0%	0,0%	25,0%	40,0%	30,0%	5,0%	0,0%
Frigocongelatori (2 porte e combinati)	0,2%	5,2%	38,9%	34,8%	14,8%	5,3%	0,8%
Congelatori	0,0%	2,4%	3,4%	5,1%	4,5%	31,2%	53,5%
Lavatrici	0,1%	8,4%	47,0%	26,9%	9,8%	6,4%	1,5%
Lavastoviglie	0,0%	0,6%	9,9%	52,6%	21,3%	8,4%	7,3%

*come da definizione secondo la normativa europea (vedi Allegati)

Tabella 4.36 Grandi elettrodomestici–Stima del parco installato al 1999

	Classi di efficienza energetica*		
	Bassa	Media	Alta
Televisori	30%	45%	25%
Videoregistratori	20%	60%	20%
Computer	30%	40%	30%

* per la definizione delle classi si veda gli Allegati

Tabella 4.37 Apparecchiature elettroniche–Stima del parco installato al 1999

I consumi ricostruiti con la procedura bottom-up corrispondono al dato effettivo ENEL a meno dello 0,1% (consumo ENEL rilevato per utenti domestici nelle abitazioni al 1999: 944.800 MWh).

Gli usi finali più consistenti risultano i grandi elettrodomestici, l'illuminazione e le apparecchiature elettroniche.

Nella tabella successiva si riassumono i risultati dell'analisi.

Applicazioni elettrodomestiche	Diffusione delle applicazioni		Consumo per applicazione kWh/anno	Consumi Globali Comuni	
	%	n° utenti *		MWh/anno	percent.
FRIGORIFERO	98	436.892			
senza congelatore incorporato	34	151.575	321	48.615	5,1%
con congelatore incorporato	64	285.317	498	141.973	15,0%
CONGELATORE	30	133.742	464	62.081	6,6%
REFRIGERAZIONE				252.669	26,7%
LAVABIANCHERIA	88	392.311	275	107.948	11,4%
LAVASTOVIGLIE	35	156.033	363	56.569	6,0%
LAVAGGIO				164.517	17,4%
ILLUMINAZIONE	100	445.808	434	193.481	20,5%
TELEVISORE	100	445.808	219	97.632	10,3%
VIDEOREGISTRATORE	52	231.820	95	22.000	2,3%
IMPIANTO HI-FI	55	245.194	95	23.269	2,5%
COMPUTER	20	89.162	91	8.146	0,9%
APPARECCHI ELETTRONICI				151.047	16,0%
SC ELETTR. SIST. PREVALENTE	6	26.748	1.171	31.323	3,3%
SC ELETTR. SIST. SECONDARIO	4	17.832	293	5.220	0,6%
SCALDACQUA ELETTRICO				36.543	3,9%
FERRO DA STIRO	90	401.227	150	60.184	6,4%
CUCINA GAS/ELETTRICA	50	222.904	100	22.290	2,4%
FORNO MICROONDE	20	89.162	110	9.808	1,0%
CUCINA				32.098	3,4%
STUFA EL. SIST. PREVALENTE	0,1	446	5.000	2.229	0,2%
STUFA EL. SIST. SECONDARIO	12	53.497	120	6.420	0,7%
RISCALDAMENTO AMBIENTI				8.649	0,9%
CONDIZIONATORE	10	44.581	230	10.254	1,1%
ALTRE APPLICAZIONI DOMESTICHE	100	445.808	80	35.665	3,8%
APPLICAZIONI NON DOMESTICHE	0	0	0	0	0,0%
TOTALE				945.106	100,0%

* numero di utenti che posseggono un dato elettrodomestico

Tabella 4.38 Riassunto settore domestico (1999)

Settore terziario

L'analisi delle mappe tematiche riguardanti i consumi elettrici del settore terziario (Atlante tematico dell'energia, TAV.13 e TAV.27-29) mostra che le attività e i consumi sono concentrati in Bologna e nei Comuni limitrofi.

Le due classi merceologiche che incidono maggiormente sui consumi complessivi del settore sono il Commercio e i Servizi³²: 341 GWh/anno l'una e 394 GWh/anno l'altra per il 1999, coprendo il 60% di consumi del settore.

Per quanto riguarda l'Illuminazione Pubblica (72.400 MWh al 1999) si osserva che il peso rispetto al totale dei consumi del Terziario non è trascurabile (6%). L'assenza di dati a scala comunale non consente purtroppo di individuare possibili aree di intervento ove i consumi si dimostrino superiori a soglie attese.

Per quanto riguarda il Commercio e la Grande Distribuzione, pur avendo a disposizione dati sul numero di unità locali e (per la Grande Distribuzione) di superficie edificata, l'assenza di informazioni di consumo su scala locale non consente l'individuazione a livello territoriale di aree particolarmente critiche (per caratteristiche di inefficienza) ove prioritizzare gli interventi di risparmio.

La ripartizione per usi finali dei consumi elettrici nel settore terziario non è di immediata ricostruzione. I motivi riguardano l'assenza di estese analisi statistiche, a livello nazionale o locale, sulla diffusione delle apparecchiature per gli utenti di questo settore, oltre che la varietà di comportamenti e di esigenze del settore stesso.

Basandoci sull'esperienza acquisita da Ambiente Italia in energy audit di edifici del terziario (scuole, banche ed edifici adibiti ad uso ufficio) insieme ad alcune analisi statistiche sul settore terziario italiano (alcune analisi ENEA, ma in particolare lo studio condotto dall'ISMERI nel 1991³³ riguardante le classi 69 e 80 -credito/assicurazioni e servizi igienici/sanitari-), che hanno messo in evidenza da un lato la diffusione marcata delle tecnologie informatiche e delle telecomunicazioni, dall'altro lato la crescente diffusione dei sistemi di condizionamento degli edifici, abbiamo elaborato una ripartizione degli usi finali elettrici nel terziario per le diverse classi merceologiche per il territorio della Provincia di Bologna.

Si fa presente che in ogni caso si tratta di *una stima di massima* della suddivisione percentuale dei consumi, mancando del tutto dati di diffusione delle apparecchiature.

Tali stime assumono, pertanto, un valore indicativo, avendo come scopo quello di individuare i dati di consumo riferiti ai diversi usi finali. Tali dati sono stati assunti come riferimento per stimare i potenziali di risparmio.

³² Esclusa Pubblica Amministrazione.

³³ ISMERI, Studio dei consumi elettrici nel terziario, 1991.

	Consumi elettrici	
	%	MWh
Commercio		
illuminazione	40 %	136.320
condizionamento	20 %	68.160
computer e altre apparecchiature per ufficio	5 %	17.040
sistemi di refrigerazione/conservazione alimenti	5 %	17.040
sistemi di lavaggio biancheria stoviglie	5 %	17.040
produzione ACS	5 %	17.040
sistemi ausiliari condizionamento	10 %	34.080
altro	10 %	34.080
TOTALE		340.800
	Consumi elettrici	
	%	MWh
Alberghi e ristoranti		
illuminazione	45 %	78.570
condizionamento	15 %	26.190
computer e altre apparecchiature per ufficio	1 %	1.746
sistemi di refrigerazione/conservazione alimenti	10 %	17.460
sistemi di lavaggio biancheria stoviglie	8 %	13.968
produzione ACS	4 %	6.984
sistemi ausiliari condizionamento	9 %	15.714
altro	8 %	13.968
TOTALE		174.600
	Consumi elettrici	
	%	MWh
Credito ed assicurazioni		
illuminazione	40 %	25.800
condizionamento	20 %	12.900
computer e altre apparecchiature per ufficio	15 %	9.675
sistemi di refrigerazione/conservazione alimenti	1 %	645
sistemi di lavaggio biancheria stoviglie	0 %	0
produzione ACS	3 %	1.935
sistemi ausiliari condizionamento	10 %	6.450
altro	11 %	7.095
TOTALE		64.500

	Consumi elettrici	
	%	MWh
Servizi		
illuminazione	45 %	214.335
condizionamento	10 %	47.630
computer e altre apparecchiature per ufficio	10 %	47.630
sistemi di refrigerazione/conservazione alimenti	4 %	19.052
sistemi di lavaggio biancheria stoviglie	3 %	14.289
produzione ACS	6 %	28.578
sistemi ausiliari condizionamento	10 %	47.630
altro	12 %	57.156
TOTALE		476.300
	Consumi elettrici	
	%	MWh
Trasporti e Telecomunicazioni		
illuminazione	40 %	34.600
condizionamento	20 %	17.300
computer e altre apparecchiature per ufficio	15 %	12.975
sistemi di refrigerazione/conservazione alimenti	1 %	865
sistemi di lavaggio biancheria stoviglie	0 %	0
produzione ACS	3 %	2.595
sistemi ausiliari condizionamento	10 %	8.650
altro	11 %	9.515
TOTALE		86.500

Tabella 4.39 Consumi elettrici settore terziario (1999)–suddivisione per classi merceologiche e ripartizione in usi finali

TOTALE TERZIARIO ⁽¹⁾	Consumi elettrici	
	%	MWh
illuminazione	43 %	489.625
condizionamento	15 %	172.180
computer e altre apparecchiature per ufficio	8 %	89.066
sistemi di refrigerazione/conservazione alimenti	5 %	55.062
sistemi di lavaggio biancheria stoviglie	4 %	45.297
produzione ACS	5 %	57.132
sistemi ausiliari condizionamento	10 %	112.524
altro	11 %	121.814
TOTALE		1.142.700

(1) è esclusa l'Illuminazione Pubblica

Tabella 4.40 Riepilogo consumi elettrici settore terziario (1999)–ripartizione in usi finali

Il potenziale di risparmio

A partire dalla ripartizione in usi finali al 1999, si sono ricostruiti i diversi scenari di consumo al 2010, ragionando sull'evoluzione del parco dispositivi per i singoli usi finali esaminati³⁴ e, dove possibile, sul numero di utenze.

Per quanto riguarda il settore domestico, gli interventi per il risparmio hanno riguardato:

- illuminazione: adozione di lampade fluorescenti compatte ad alimentazione elettronica, in sostituzione delle lampade a incandescenza e delle lampade ad alogeni
- grandi elettrodomestici: passaggio a classi di efficienza alta (Classe A, B)
- apparecchiature elettroniche: stand-by e modalità off a basso consumo (inferiore ai 10 W, fino al limite già tecnicamente accessibile di 1 W)
- scaldabagno: sostituzione con gas metano e integrazione con impianti solari e adozione di timer per l'accensione programmata dell'apparecchio

L'incremento del numero di utenze è stato valutato, analogamente a quanto fatto per gli usi termici, sulla base delle previsioni di sviluppo del settore residenziale contenute nei PRG.

Per quanto riguarda la diffusione delle apparecchiature si è inoltre considerato il probabile aumento di congelatori, apparecchiature elettroniche, forni a microonde e condizionatori.

A questo proposito, si riporta di seguito, la ricostruzione della nuova ripartizione in usi finali dei consumi per i tre scenari ipotizzati al 2010.

³⁴ Per la definizione dettagliata degli scenari per singolo uso finale si vedano gli Allegati.

Applicazioni elettrodomestiche	Diffusione delle		Consumo per applicazione kWh/anno	Consumi Globali Comunali	
	%	n° utenti *		MWh/anno	percent.
FRIGORIFERO	100	495.808			
senza congelatore incorporato	25	123.952	283	35.092	3,2%
con congelatore incorporato	75	371.856	371	137.921	12,6%
CONGELATORE	50	247.904	342	84.770	7,7%
REFRIGERAZIONE				257.782	23,5%
LAVABIANCHERIA	90	446.227	223	99.553	9,1%
LAVASTOVIGLIE	55	272.694	300	81.774	7,5%
LAVAGGIO				181.327	16,5%
ILLUMINAZIONE	100	495.808	362	179.545	16,4%
TELEVISORE	150	743.712	210	156.032	14,2%
VIDEOREGISTRATORE	90	446.227	83	36.972	3,4%
IMPIANTO HI-FI	70	347.066	95	32.937	3,0%
COMPUTER	50	247.904	86	21.428	2,0%
APPARECCHI ELETTRONICI				247.369	22,6%
SC ELETTR. SIST. PREVALENTE	5,4	26.748	1.125	30.091	2,7%
SC ELETTR. SIST. SECONDARIO	3,6	17.832	281	5.015	0,5%
SCALDACQUA ELETTRICO				35.106	3,2%
FERRO DA STIRO	80	396.647	150	59.497	5,4%
CUCINA GAS/ELETTRICA	50	247.904	100	24.790	2,3%
FORNO MICROONDE	50	247.904	110	27.269	2,5%
CUCINA				52.060	4,7%
STUFA EL. SIST. PREVALENTE	0,1	496	5.000	2.479	0,2%
STUFA EL. SIST. SECONDARIO	12	59.497	120	7.140	0,7%
RISCALDAMENTO AMBIENTI				9.619	0,9%
CONDIZIONATORE	30	148.742	230	34.211	3,1%
ALTRE APPLICAZIONI DOMESTICHE	100	495.808	80	39.665	3,6%
APPLICAZIONI NON DOMESTICHE	0	0	0	0	0,0%
TOTALE				1.096.180	100,0%

Tabella 4.41 Settore domestico-scenario BAU al 2010

Applicazioni elettrodomestiche	Diffusione delle applicazioni		Consumo per applicazione kWh/anno	Consumi Globali Comuni	
	%	n° utenti *		MWh/anno	percent.
FRIGORIFERO	100	495.808			
senza congelatore incorporato	25	123.952	264	32.765	3,3%
con congelatore incorporato	75	371.856	356	132.299	13,3%
CONGELATORE	50	247.904	323	80.098	8,0%
REFRIGERAZIONE				245.161	24,6%
LAVABIANCHERIA	90	446.227	216	96.423	9,7%
LAVASTOVIGLIE	55	272.694	284	77.498	7,8%
LAVAGGIO				173.921	17,4%
ILLUMINAZIONE	100	495.808	277	137.548	13,8%
TELEVISORE	150	743.712	195	145.038	14,5%
VIDEOREGISTRATORE	90	446.227	71	31.597	3,2%
IMPIANTO HI-FI	70	347.066	95	32.937	3,3%
COMPUTER	50	247.904	70	17.254	1,7%
APPARECCHI ELETTRONICI				226.827	22,7%
SC ELETTR. SIST. PREVALENTE	3,7	18.143	787	14.288	1,4%
SC ELETTR. SIST. SECONDARIO	3,6	17.832	281	5.015	0,5%
SCALDACQUA ELETTRICO				19.303	1,9%
FERRO DA STIRO	80	396.647	150	59.497	6,0%
CUCINA GAS/ELETTRICA	50	247.904	100	24.790	2,5%
FORNO MICROONDE	50	247.904	110	27.269	2,7%
CUCINA				52.060	5,2%
STUFA EL. SIST. PREVALENTE	0,1	496	5.000	2.479	0,2%
STUFA EL. SIST. SECONDARIO	12	59.497	120	7.140	0,7%
RISCALDAMENTO AMBIENTI				9.619	1,0%
CONDIZIONATORE	30	148.742	230	34.211	3,4%
ALTRE APPLICAZIONI DOMESTICHE	100	495.808	80	39.665	4,0%
APPLICAZIONI NON DOMESTICHE	0	0	0	0	0,0%
TOTALE				997.810	100,0%

Tabella 4.42 Settore domestico-scenario OBIETTIVO al 2010

Applicazioni elettrodomestiche	Diffusione delle applicazioni		Consumo per applicazione kWh/anno	Consumi Globali Comuni	
	%	n° utenti *		MWh/anno	percent.
FRIGORIFERO	100	495.808			
senza congelatore incorporato	25	123.952	163	20.238	2,6%
con congelatore incorporato	75	371.856	272	101.121	12,8%
CONGELATORE	50	247.904	196	48.531	6,1%
REFRIGERAZIONE				169.889	21,5%
LAVABIANCHERIA	90	446.227	170	75.859	9,6%
LAVASTOVIGLIE	55	272.694	211	57.413	7,3%
LAVAGGIO				133.272	16,8%
ILLUMINAZIONE	100	495.808	164	81.256	10,3%
TELEVISORE	150	743.712	180	133.556	16,9%
VIDEOREGISTRATORE	90	446.227	55	24.431	3,1%
IMPIANTO HI-FI	70	347.066	95	32.937	4,2%
COMPUTER	50	247.904	64	15.778	2,0%
APPARECCHI ELETTRONICI				206.702	26,1%
SC ELETTR. SIST. PREVALENTE	0	0	1.125	0	0,0%
SC ELETTR. SIST. SECONDARIO	4	17.832	281	5.015	0,6%
SCALDACQUA ELETTRICO				5.015	0,6%
FERRO DA STIRO	80	396.647	150	59.497	7,5%
CUCINA GAS/ELETTRICA	50	247.904	100	24.790	3,1%
FORNO MICROONDE	50	247.904	110	27.269	3,4%
CUCINA				52.060	6,6%
STUFA EL. SIST. PREVALENTE	0,1	496	5.000	2.479	0,3%
STUFA EL. SIST. SECONDARIO	12	59.497	120	7.140	0,9%
RISCALDAMENTO AMBIENTI				9.619	1,2%
CONDIZIONATORE	30	148.742	230	34.211	4,3%
ALTRE APPLICAZIONI DOMESTICHE	100	495.808	80	39.665	5,0%
APPLICAZIONI NON DOMESTICHE	0	0	0	0	0,0%
TOTALE				791.185	100,0%

Tabella 4.43 Settore domestico-scenario POTENZIALE al 2010

Nelle tabella successiva si indicano i consumi ottenibili nei diversi scenari per gli utenti domestici. A titolo di confronto sono stati ripresi i valori di consumo corrispondenti allo scenario attuale e già riportati in precedenza. La tabella mette bene in evidenza gli andamenti presunti per ogni singolo uso finale.

Consumi (MWh)	Attuale	BAU	Obiettivo	Potenziale
Illuminazione	193.481	179.545	137.548	81.256
Refrigerazione	252.669	257.782	245.161	169.889
Lavaggio	164.517	181.327	173.921	133.272
Acqua calda sanitaria	36.543	35.106	19.303	5.015
Apparecchiature elettroniche	151.047	247.369	226.827	206.702
Condizionamento inverno/estate	18.902	43.829	43.829	43.829
Cucina	32.098	52.060	52.060	52.060
Altri elettrodomestici	95.849	99.162	99.162	99.162
Servizi generali alle abitazioni	117.000	130.122	130.122	130.122
TOTALE	1.062.106	1.226.302	1.127.933	921.307

Tabella 4.44 Consumi domestici-Stato attuale, Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

Nella tabella seguente si evidenziano le variazioni percentuali dei consumi per i singoli usi finali rispetto allo scenario attuale.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Illuminazione	-7,2%	-28,9%	-58,0%
Refrigerazione	2,0%	-3,0%	-32,8%
Lavaggio	10,2%	5,7%	-19,0%
Acqua calda sanitaria	-3,9%	-47,2%	-86,3%
Apparecchiature elettroniche	63,8%	50,2%	36,8%
Condizionamento inverno/estate	131,9%	131,9%	131,9%
Cucina	62,2%	62,2%	62,2%
Altri elettrodomestici	3,5%	3,5%	3,5%
TOTALE	15,9%	5,6%	-16,3%
Servizi generali alle abitazioni	11,2%	11,2%	11,2%

Tabella 4.45 Variazioni %-Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

In termini di emissioni, la situazione nei diversi scenari al 2010 è riportata di seguito.

Emissioni (ton)	Attuale	BAU	Obiettivo	Potenziale
Illuminazione	115.108	106.817	81.831	48.342
Refrigerazione	150.320	153.362	145.853	101.072
Lavaggio	97.876	107.877	103.471	79.287
Acqua calda sanitaria	21.741	20.886	11.484	2.984
Apparecchiature elettroniche	89.862	147.167	134.946	122.973
Condizionamento inverno/estate	11.245	26.075	26.075	26.075
Cucina	19.096	30.972	30.972	30.972
Altri elettrodomestici	57.023	58.994	58.994	58.994
Servizi generali alle abitazioni	69.607	77.413	77.413	77.413
TOTALE	631.878	729.563	671.039	548.112

Tabella 4.46 Emissioni- Stato attuale, Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

Come si può notare, gli interventi di risparmio non risultano sufficienti per indurre una riduzione nei consumi. Ciò è da ricondursi soprattutto al peso, in termini di penetrazione, delle apparecchiature elettroniche. Nello scenario obiettivo, i consumi e le emissioni, per effetto degli interventi proposti, continuano a mantenersi superiori ai valori del 1999, mentre un sostanziale decremento si registra solo nello scenario potenziale.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi-variazione su attuale (MWh)	164.196	65.827	-140.799
Emissioni-variazione su attuale (ton)	97.684	39.162	-83.766
Emissioni-variazione su attuale (%)	15,5	6,2	-13,3

Tabella 4.47 Consumi ed emissioni- Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

Nel settore terziario gli interventi per il risparmio hanno riguardato:

- illuminazione: alimentazione elettronica per le lampade fluorescenti già installate, sostituzione delle lampade a incandescenza e della lampade ad alogeni con illuminazione a fluorescenza a reattore elettronico;
- condizionamento: interventi sugli involucri degli edifici e sui carichi interni, con riduzione della richiesta di carico per raffrescamento e riscaldamento; incremento di efficienza dei compressori degli impianti di condizionamento;
- apparecchiature elettroniche: stand-by e modalità off a basso consumo (inferiore ai 10 W, fino al limite già tecnicamente accessibile di 1 W);
- refrigerazione: miglioramento del sistema frigorifero; riduzione delle perdite per convezione, per irraggiamento e per conduzione;
- lavaggio: controllo del riscaldamento dell'acqua di lavaggio e utilizzo di pannelli solari o gas metano;
- sistemi ausiliari per il condizionamento: adozione di sistemi di pompaggio ad alta efficienza (incluso l'adozione di motori a velocità variabile); sezionamento dei circuiti di alimentazione dell'acqua calda per il riscaldamento; adozione di sistemi di ventilazione ad alta efficienza.

Per quanto riguarda le attività terziarie esistenti, si è preferito assegnare un incremento solo per alcuni usi finali (condizionamento e office equipment), prevedendo la maggiore penetrazione di alcuni dispositivi.

Nelle tabella seguente si indicano i consumi ottenibili nei diversi scenari nel settore terziario. A titolo di confronto sono stati ripresi i valori di consumo corrispondenti allo scenario attuale e già riportati in precedenza. La tabella mette bene in evidenza gli andamenti presunti per ogni singolo uso finale.

Consumi (MWh)	Attuale	BAU	Obiettivo	Potenziale
Illuminazione	489.625	460.248	381.908	279.086
Condizionamento	172.180	206.616	196.285	171.491
Office equipment	89.066	101.090	91.293	82.119
Refrigerazione	55.062	52.309	38.543	27.531
Lavaggio	45.297	43.032	31.708	22.649
Acs	57.132	57.132	57.132	57.132
Sistemi ausiliari condizionamento	112.524	118.150	129.403	146.281
Illuminazione pubblica	72.400	76.020	76.020	76.020
Altro	121.814	121.814	121.814	121.814

Tabella 4.48 Consumi nel terziario-Stato attuale, Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

Nella tabella successiva si evidenziano le variazioni percentuali dei consumi per i singoli usi finali rispetto allo scenario attuale.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Illuminazione	-6%	-22%	-43%
Condizionamento	20%	14%	0%
Office equipment	14%	3%	-8%
Refrigerazione	-5%	-30%	-50%
Lavaggio	-5%	-30%	-50%
Acs	0%	0%	0%
Sistemi ausiliari condizionamento	5%	15%	30%
Illuminazione pubblica	5%	5%	5%
Altro	0%	0%	0%
TOTALE	1,8%	-7,5%	-19,0%

Tabella 4.49 Variazioni %- Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

A differenza del settore residenziale, già nello scenario obiettivo le possibilità di riduzione sull'esistente, risultano consistenti (pari a circa il -7,5% rispetto all'attuale).

Per quanto riguarda l'Illuminazione Pubblica, l'assenza dei dati del parco lampade installato nei diversi Comuni non consente di calcolare con precisione il risparmio ottenibile. Nello scenario al 2010 si è considerato che si abbia un incremento del consumo del 5%, dovuto alla realizzazione di nuove aree edificate e si è preferito evitare considerare quote di risparmio.

Vogliamo comunque citare alcune percentuali di risparmio deducibili da studi effettuati per altre realtà comunali: il risparmio si aggira tipicamente tra il 20% e il 50%, grazie all'adozione, in modo estensivo, di lampade a vapori di sodio ad alta pressione. Se, inoltre, si adottano anche riduttori di flusso luminoso, si può ottenere un ulteriore risparmio del 20%-40%.

Per quanto riguarda la ripartizione per uso finale delle emissioni negli scenari al 2010, si faccia riferimento alla tabella seguente.

Emissioni (ton)	Attuale	BAU	Obiettivo	Potenziale
Illuminazione	269.125	252.978	209.918	153.401
Condizionamento	94.640	113.568	107.889	94.261
Office equipment	48.956	55.565	50.180	45.137
Refrigerazione	30.265	28.752	21.185	15.133
Lavaggio	24.898	23.653	17.429	12.449
Acs	31.403	31.403	31.403	31.403
Sistemi ausiliari condizionamento	61.850	64.942	71.127	80.404
Illuminazione pubblica	39.795	41.785	41.785	41.785
Altro	66.956	66.956	66.956	66.956
TOTALE	667.887	679.601	617.872	540.929

Tabella 4.50 Emissioni-Stato attuale, Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

Per le previsioni di sviluppo di nuove attività terziarie al 2010, si farà riferimento, come ampiamente descritto all'inizio del capitolo, esclusivamente ai servizi alla residenza e alla grande distribuzione. In mancanza di informazioni più dettagliate riguardo la tipologia delle diverse attività coinvolte, verrà assunto, con buona approssimazione, un valore medio di consumo specifico di 30 kWh/mq per i servizi e di 200 kWh/mq per la grande distribuzione.

I valori dei nuovi consumi ed emissioni sono riportati nella tabella seguente

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi (MWh)	90.000	81.000	63.000
Emissioni (ton)	49.469	44.522	34.628

Tabella 4.51 Consumi ed emissioni-Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

Per quanto riguarda il nuovo terziario dunque, si stima un consumo elettrico complessivo annuo pari a 90.000 MWh (+7,4% rispetto al 1999). Le ipotesi di intervento previste per il settore si è assunto possano portare ad una riduzione dei consumi del 10% circa nello scenario obiettivo e del 30% in quello potenziale. Come si noterà, tali percentuali di risparmio sono più elevate rispetto all'esistente; ciò deriva dalla considerazione che, trattandosi di nuovo costruito, certe azioni di efficientizzazione possano avere un maggior grado di penetrazione e realizzazione.

Dai risultati delle analisi sin qui svolte sugli usi finali elettrici nel settore terziario, sia per quanto riguarda il patrimonio edilizio esistente che quello di futura realizzazione, deriva un quadro complessivo di nuovi consumi ed emissioni, riassunto nello schema seguente. Come si può notare, le azioni di efficientizzazione proposte non sono in grado di indurre riduzioni significative; nello scenario obiettivo si assiste, infatti, ad un sostanziale riallineamento dei valori di consumo a quelli dello scenario attuale.

	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi-variazione su attuale (MWh)	111.311	-9.995	-167.977
Emissioni-variazione su attuale (ton)	61.183	-5.493	-92.330
Emissioni-variazione su attuale (%)	9,1	-0,8	-13,8

Tabella 4.52 Consumi ed emissioni-Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

4.2.3 Riepilogo dei risultati

In base alle caratteristiche dei differenti scenari e partendo dal bilancio energetico redatto per il 1999, si sono ricavati i consumi corrispondenti agli scenari definiti. Questi consumi sono presentati in forma aggregata nella tabella seguente, dove vengono anche riportati, a titolo di riferimento, anche i consumi relativi al 1990.

Rispetto al 1990, come emerge chiaramente dal quadro sotto esposto, i consumi conoscono una dinamica nettamente crescente anche nello scenario obiettivo, quello in cui si sono cioè, ipotizzate specifiche azioni di incentivazione all'efficienza energetica.

Nel medesimo scenario, invece, grazie ad una riduzione di circa 72.000 tep rispetto al tendenziale, i consumi risultano di circa l'1,3% inferiori ai valori del 1999. Tale risultato è legato esclusivamente agli usi termici.

	1990	Attuale	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi (tep)	873.999	965.590	1.025.007	953.223	667.872
Variazione su attuale			59.417	-12.367	-297.718
Variazione su attuale (%)			6,2	-1,3	-30,8
Variazione su 1990		91.590	151.007	79.223	-206.128
Variazione su 1990 (%)		10,5	17,3	9,1	-23,6

Tabella 4.53 Riepilogo dei consumi-Stato attuale, Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

Prendendo il 1999 come anno di riferimento, i nuovi consumi sopra definiti comportano un sostanziale riallineamento delle emissioni (-0,7)% per lo scenario di riduzione, con una diminuzione di 285.014 ton rispetto al tendenziale.

Rispetto al 1990, invece, si assiste ad un incremento consistente, ancora nello scenario riduzione (+7,2%).

	1990	Attuale	BAU	Obiettivo	Potenziale
Emissioni (ton)	3.229.790	3.488.055	3.748.332	3.463.318	2.525.500
Variazione su attuale			260.278	-24.736	-962.554
Variazione su attuale (%)			7,5	-0,7	-27,6
Variazione su 1990		258.264	518.542	233.528	-704.290
Variazione su 1990 (%)		8,0	16,1	7,2	-21,8

Tabella 4.54 Riepilogo delle emissioni-Stato attuale, Scenario BAU, Obiettivo, Potenziale

E' evidente la presenza di alcuni usi finali il cui aumento tendenziale dei consumi, causato da una maggiore penetrazione nel settore, non viene recuperato dalle azioni di efficientizzazione. D'altra parte, ci sono usi che non presentano una tendenza alla crescita in quanto sono già in saturazione e per questi si notano interessanti possibilità di diminuzione delle emissioni (si veda, ad esempio, il riscaldamento oppure l'illuminazione).

Di seguito riportiamo la disaggregazione in usi elettrici ed usi termici.

	Attuale	BAU	Obiettivo	Potenziale
Usi termici	2.188.289	2.289.699	2.129.885	1.401.831
Usi elettrici	1.299.765	1.458.633	1.333.433	1.123.669

Tabella 4.55 Disaggregazione in usi termici ed elettrici

Si nota che, in aggregato, le azioni delineate con lo scenario Riduzione non consentono di recuperare per gli usi elettrici gli aumenti tendenziali delle emissioni al 2010, riportandoli al di sotto dei valori del 1999. E' inoltre interessante la riduzione, associata agli usi termici, dovuta all'incremento dell'efficienza ed alla diminuzione della quota di gasolio.

Come risulta evidente dal grafico, il potenziale di riduzione massimo è molto alto. D'altra parte questo potenziale deriva anche da una completa revisione del parco edilizio e, quindi, non potrà essere assolutamente raggiunto a breve. Resta il fatto, comunque, che il civile si conferma un settore con ampi margini di azione e con buone possibilità di riuscita.

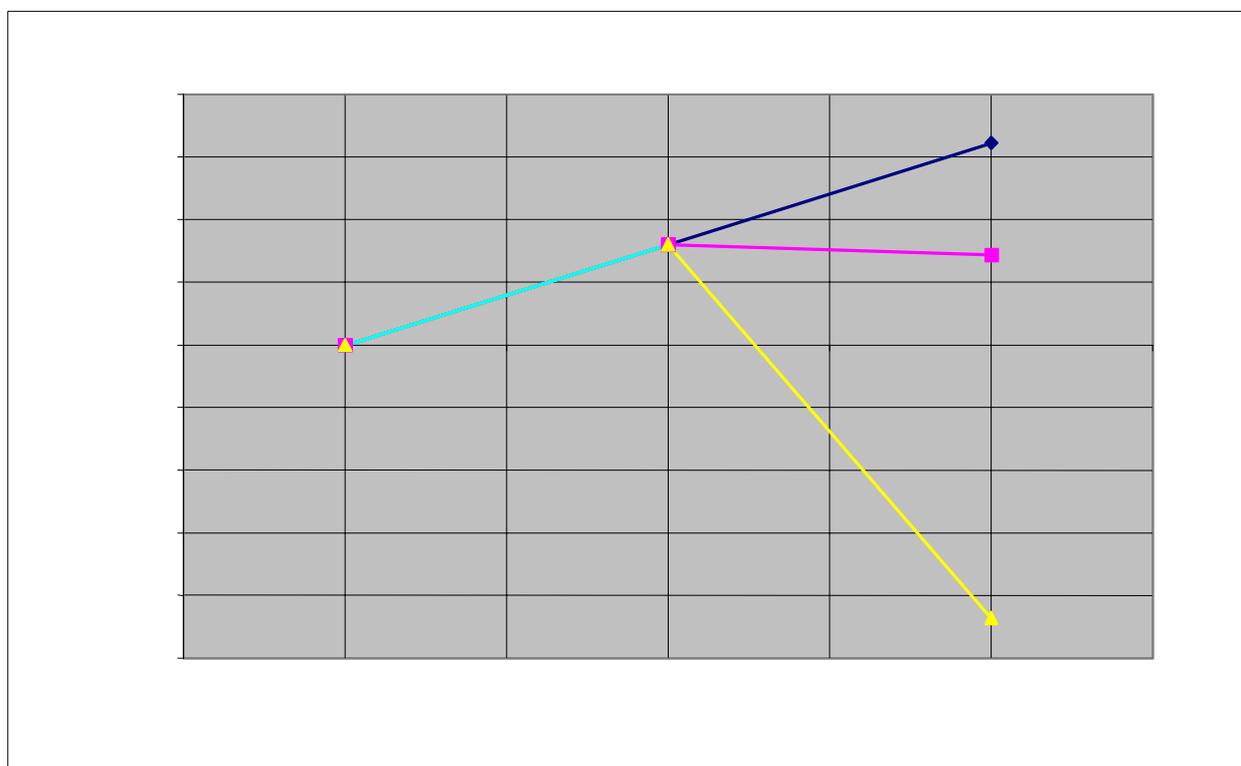


Figura 4.4 Consumi-variazione % anni 1990, 1999, 2010

4.2.4 Indicazioni e politiche di sviluppo

Il ruolo che una Provincia ha rispetto al tema del risparmio energetico è importante, sia per il ruolo normativo, nonché per quello di disponibilità di risorse. Altrettanto importante è il ruolo di gestore del territorio e pertanto di promotore di politiche che coinvolgano i diversi attori pubblici o privati presenti sullo stesso.

Di fondamentale importanza a questo proposito è il controllo del territorio dal punto di vista energetico. Una Provincia deve sapere chiaramente quali sono le zone di criticità energetica al proprio interno. Questa conoscenza non si deve limitare al solo patrimonio di proprietà, ma deve spaziare tra tutti i settori, anche in virtù delle competenze assegnategli a livello normativo (L.R. 21/04/99 e relative modifiche). Fino a che questa condizione non verrà soddisfatta, non sarà possibile ottenere miglioramenti ambientali consistenti.

In questo senso dovrà porsi come referente anche sovra-comunale per diventare promotrice di tavoli di lavoro con i soggetti che partecipano alla gestione dell'energia nelle diverse aree individuate (utility, altre amministrazioni comunali, associazioni di categoria –dei produttori, rivenditori, consumatori-, consulenti, popolazione), per attivare un discorso operativo integrato su risparmio, rinnovabili, ambiente. Il tavolo di lavoro avrà lo scopo di arrivare ad accordi volontari, iniziative coordinate e/o all'attivazione di finanziamenti specifici per promuovere le nuove tecnologie nei differenti settori.

Va prioritariamente sottolineato il fatto che una parte consistente della riduzione dei consumi è legata ad un comportamento corretto degli utenti (verifica della temperatura interna, corretto uso delle apparecchiature, ecc.): è importante allora che l'amministrazione locale si impegni prioritariamente in un'azione di "educazione al risparmio" attraverso campagne di sensibilizzazione capillari per stimolare comportamenti energeticamente efficienti nei vari settori di attività: seminari nelle scuole, workshop, concorsi, mostre, corsi per i propri dipendenti, ecc.).

Le amministrazioni locali hanno in ogni caso un ruolo privilegiato di riferimento di informazione e dovranno dunque farsi carico di campagne mirate a far conoscere e le tecnologie ad alta efficienza e promozione dei possibili risultati ottenibili in termini economici (opuscoli disponibili al pubblico, sportelli di informazione aperti al pubblico ove l'utente possa essere aggiornato sulle tecnologie disponibili –in particolare tramite mezzi informatici multimediali-). In tale ambito dovrebbe essere inclusa la formazione del personale che nella stessa amministrazione ha un compito decisionale o operativo rispetto alla efficienza energetica degli edifici, degli impianti e dei dispositivi.

La sensibilizzazione dell'utenza deve essere differenziata a seconda della classe merceologica di appartenenza (residenziale o terziario, ecc.).

Tali informazioni dovrebbero essere accessibili a tutti gli utenti privati e l'Amministrazione si deve far carico delle spese per far giungere tali informazioni a tutti i cittadini, coinvolgendo anche e soprattutto le associazioni dei consumatori.

Una iniziativa promossa negli interessi dell'utente non deve essere letta come una ulteriore spesa che l'utente deve affrontare senza vederne la necessità. E' proprio questo ultimo aspetto che deve essere la linea guida per tutte le campagne di promozione, diffusione e incentivazione che l'Amministrazione locale deve svolgere.

I passi per l'attuazione di una campagna informativa possono essere descritti nelle fasi seguenti:

1. predisporre materiale informativo sulle potenzialità di risparmio sulle bollette energetiche, costi di investimento, tempi di ritorno, difficoltà tecniche, regole generali per valutazioni di massima da distribuire attraverso canali associativi ai potenziali utenti;
2. predisporre attività di formazione dei tecnici: bollettini informativi tecnici, corsi, seminari, borse di studio;
3. rendere disponibili strumenti di valutazione (procedure standard, software di certificazione);
4. coinvolgere i produttori, ma primariamente i rivenditori (adeguatamente preparati anche sugli aspetti tecnologici dei prodotti), per portare argomenti convincenti a sostegno del prodotto energeticamente più efficiente. Dalla partecipazione alla campagna il rivenditore potrà trarre una pubblicità specifica condotta dall'ente promotore.

Positivi possono essere anche le ricadute occupazionali. L'organizzazione della campagna di diffusione richiede l'allestimento di uno staff multidisciplinare (tecnici, pubblicitari, economisti, giornalisti, accademici) che può indurre qualche marginale effetto di ricaduta occupazionale. Gli effetti occupazionali derivanti invece dall'innescò delle tecnologie/tecniche proposte mostrerebbe ben altre potenzialità di generazione di lavoro. Ad esempio la realizzazione di interventi di retrofit su edifici esistenti può sicuramente generare un incremento occupazionale nel settore edilizio.

In generale il risparmio ottenibile dalle diverse campagne è molto variabile e dipende da diversi fattori. Uno è sicuramente legato all'accettabilità da parte degli utenti, che aumenta all'aumentare di interventi concreti che può vedere con i propri occhi. Senza l'attuazione di progetti dimostrativi le campagne di diffusione e promozione rischiano di essere del tutto inefficaci, il che comporta ovviamente l'inutilità del denaro speso dall'Amministrazione per organizzare la campagna. È importante che quest'ultima apra un canale diretto con i cittadini, in grado di fornire informazioni legate al risparmio energetico a 360 gradi.

L'amministrazione locale può impegnarsi inoltre a far conoscere gli eventuali canali e modalità per poter accedere a incentivi eventualmente già previsti dalla legge. Sarebbe opportuna la creazione di una campagna informativa che preveda anche l'istituzione di sportelli di consulenza e supporto diretto cui il privato possa far riferimento nel momento in cui decide di operare un intervento. In questo modo potrebbero essere velocizzati ed alleggeriti iter burocratici troppo lunghi e onerosi, che spesso agiscono da deterrente nei confronti di tali opportunità.

In questo contesto, la normativa italiana vigente e le più recenti emanazioni (la legge 10/91, i successivi decreti di attuazione, in particolare il DPR 412/93 e l'aggiornamento DPR 551/99), hanno trasformato i più recenti criteri tecnici per l'uso razionale dell'energia in disposizioni alle quali tutti devono attenersi in ogni caso nell'eventualità di ristrutturazioni o installazioni ex-novo, definendo anche possibilità di agevolazioni ed incentivi nel caso di interventi mirati.

A questo proposito vale la pena di ricordare che i benefici previsti all'art.1 della legge n.449 del 27 dicembre 1997 (che contiene misure per la stabilizzazione della finanza pubblica), prorogati dalla legge finanziaria del 1999, possono essere considerati come diretta continuazione delle agevolazioni contemplate nella legge 10/1991. In particolare l'IVA sulle prestazioni relative agli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria si riduce dal 20 al 10 per cento per i fabbricati destinati prevalentemente ad uso abitativo privato e sono previste agevolazioni tributarie per gli interventi effettuati sulle singole unità immobiliari residenziali di qualsiasi categoria catastale³⁵, anche rurali, mirati al conseguimento del risparmio energetico e all'adozione di impianti basati

³⁵ Sia unità immobiliari accatastate come abitazioni, anche se dotate di caratteristiche di lusso, sia unità immobiliari non accatastate come abitazioni, che tuttavia sono utilizzate con finalità residenziali.

sull'impiego di fonti rinnovabili di energia. A decorrere dal 1 gennaio 2000 è prevista infatti, un'agevolazione del 36% della spesa sostenuta, in termini di detrazione di tale quota ai fini dell'IRPEF³⁶.

Si tratta di una grande campagna di incentivi volta a favorire, per così dire, la rottamazione della vecchia casa e dei vecchi impianti.

In particolare, fra le tipologie di intervento ammesse, rientrano:

- la manutenzione ordinaria solo per le parti comuni degli edifici condominiali;
- la manutenzione straordinaria;
- la ristrutturazione edilizia;
- gli interventi di risanamento acustico;
- la messa a norma degli impianti elettrici e di quelli a metano;
- interventi finalizzati al conseguimento di risparmi energetici e all'installazione di impianti per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili.

Le diverse tipologie di lavori previsti dalla legge 449 e la sovrapposizione di questa legge ad altre e relativi regolamenti d'attuazione, fanno sì che sia difficile individuare quali interventi, di quelli illustrati nei paragrafi precedenti, non possano godere della detrazione IRPEF.

In particolare, a proposito delle opere previste nell'ultimo punto della lista precedente, la circolare ministeriale 57/E fa espresso riferimento alla legge 10/91 che, come noto, è la legge guida per quanto riguarda il risparmio energetico e lo sfruttamento delle fonti rinnovabili.

Ci si accorge così che proprio tali interventi negli edifici adibiti a civile abitazione, sarebbero comunque ammissibili al beneficio fiscale del 36%, in quanto a tutti gli effetti, assimilati, dall'art.26 di tale legge, agli interventi di manutenzione straordinaria.

Lo sgravio, per gli interventi in campo energetico, è ammesso anche in assenza di opere edili propriamente dette (ad esempio installazione di collettori solari). In tal caso basterà acquisire idonea documentazione (ad esempio scheda tecnica del costruttore) che attesti il conseguimento dell'obiettivo di risparmio.

Tra i principali interventi ammissibili in questo ambito alla detrazione del 36% vi sono:

- opere di coibentazione dell'involucro edilizio;
- opere di coibentazione di reti di distribuzione di fluidi termovettori;
- impianti di climatizzazione e/o produzione di acqua calda utilizzando pannelli solari;
- generatori di calore che, in condizioni di regime, presentino un rendimento non inferiore al 90%;
- apparecchiature di regolazione automatica della temperatura ambiente, purché, nel caso di una unità immobiliare multipla, applicati almeno al 70% degli ambienti costituenti;
- apparecchiature di contabilizzazione individuale dell'energia termica;
- sostituzione di caldaie elettriche con caldaie alimentate a combustibile.

Non ultimo è l'impegno che l'amministrazione ha nell'attivare risorse finanziarie (pubbliche o private) per interventi a favore del risparmio. In tal caso è fruttuosa la collaborazione tra realtà comunali, regionali, nazionali e comunitarie e con le associazioni di produttori o distributori, con le Aziende elettriche o del gas.

³⁶ I riferimenti normativi a tale proposito sono:

- D.M. 18/02/98, n°41 – GURI 60 13/03/98;
- Circolare n°57/E 2/98 dei Ministeri delle Finanze e Lavori Pubblici;
- Decreto dirigenziale del marzo 1998 di approvazione del Modulo per la richiesta di ammissione alla detrazione;
- Circolare dei Ministeri Finanze e Lavori Pubblici n° 121/E maggio 1998.

La Provincia dovrà dunque impegnarsi nell'organizzazione di campagne di incentivazione:

- ✓ attivando i produttori per promuovere la consulenza attenta degli utenti e una riduzione dei prezzi (considerando eventuali iniziative di procurement);
- ✓ istituendo tavoli di lavoro con i rivenditori per concordare un loro coinvolgimento in eventuali azioni di incentivo all'acquisto di apparecchiature o materiali ad alta efficienza;
- ✓ costituendo un fondo (con finanziamenti in conto capitale o eventualmente tipo Third Party Financing, con recupero del prestito con tassi di interesse minimi) per interventi di risparmio (dall'acquisto del frigorifero domestico, all'installazione di dimmer in un ufficio) e indagine-consulenza sul risparmio (ad esempio con energy audit nel terziario). In tale ambito potrebbero articolarsi sia gare rivolte ai Comuni, sia finanziamenti direttamente a favore dei privati.

A titolo di esempio di un possibile ruolo di promozione finanziaria del risparmio, vale la pena citare:

- l'esperienza della Provincia di Trento, che ha messo a disposizione finanziamenti per interventi rivolti al risparmio e all'utilizzo di fonti rinnovabili imponendo criteri di selezione molto stringenti riguardo alle caratteristiche di efficienza energetica delle tecnologie adottate. Si tratta di finanziamenti in conto capitale a copertura in percentuale delle spese sostenute per gli interventi. Le percentuali elevate applicate agli Enti Pubblici rendono tale forma di finanziamento molto appetibile anche per il Comune di Trento per interventi sul proprio patrimonio. Tra gli interventi considerati prioritari dall'Amministrazione Provinciale che beneficiano dei contributi al 2001 vi è la diagnosi energetica degli edifici (energy audit). Se l'audit è realizzato da un Ente Pubblico il contributo previsto è dell'80%.
- L'iniziativa della Provincia di Torino che, sulla base delle indicazioni scaturite dal Piano Energetico Provinciale, ha recentemente emanato un bando per la concessione di contributi per la progettazione di interventi di risparmio ed efficienza energetica, applicazione di fonti rinnovabili, interventi integrati su edifici o strutture di proprietà dei Comuni della provincia di Torino o relativamente ad attività direttamente gestite dagli Enti Locali e per l'adozione di politiche volte a favorire interventi di risparmio energetico e fonti rinnovabili sul territorio comunale.

Il bando, rivolto a tutti i Comuni della Provincia singolarmente o in raggruppamenti rappresentati da un Comune capofila anche per progetti in partnership con altri eventuali soggetti pubblici o privati, prevede una percentuale di cofinanziamento dell'80% delle spese totali ammissibili con un contributo massimo erogabile pari a 40 Milioni di Lire (25.822,84 Euro).

Nell'ambito dell'attivazione di risorse finanziarie potrebbe, inoltre, risultare particolarmente efficace, soprattutto alla luce dei nuovi decreti sul risparmio dell'aprile 2001, la costituzione di veri e propri consorzi finanziari/tecnologici (ESCO-sistemi di finanziamento tramite terzi) in cui le aziende energetiche siano coinvolte in prima istanza. La possibilità, predisposta dall'*Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas*, di recupero, tramite la tariffa, degli investimenti effettuati dall'azienda³⁷ va considerata con estremo interesse soprattutto per quanto riguarda la promozione di grossi interventi di retrofit (in particolare nei grossi complessi terziari) o interventi sugli impianti o ancora la sostituzione di fonti tradizionali con fonti rinnovabili o comunque meno impattanti o l'introduzione

³⁷ I problemi di sicurezza che spesso si incontrano nel momento di adottare un impianto per la produzione di ACS (Acqua Calda Sanitaria) con gas potrebbero essere affrontati in maniera congiunta tra comune e azienda energetica, mentre attualmente vengono lasciati interamente a carico dell'utente o del proprietario dell'immobile.

di sistemi solari termici/fotovoltaici, nonché la realizzazione di progetti pilota prioritariamente sul patrimonio pubblico.

Chiaramente, per l'attivazione di azioni di sensibilizzazione, promozione, incentivazioni, così come descritte precedentemente, è opportuno che l'Amministrazione locale si concentri prioritariamente su quelle tecnologie ad oggi più mature e per le quali la consapevolezza degli utenti stia aumentando significativamente, in modo da avere garanzia di ricadute più rapide e concrete.

Ad esempio, una campagna concretamente realizzabile, anche perché non comporta vincoli commerciali e generalmente è caratterizzata da un ottimo livello di accettabilità da parte di utenti e operatori, è quella della la sostituzione dei vetri singoli con i doppi vetri e per la diffusione e l'incentivazione degli interventi di coibentazione delle coperture nel caso di ristrutturazione degli edifici.

Per far ciò si deve procedere alla predisposizione e alla diffusione di materiali informativi sui risparmi ottenibili sulla bolletta energetica. Il coinvolgimento dei produttori e distributori del settore è sicuramente un aspetto positivo. Devono inoltre essere definiti i meccanismi di incentivazione per i soggetti privati che, in sede di ristrutturazione, intendano installare vetri doppi in luogo degli esistenti vetri singoli. In questo senso, l'amministrazione può, da parte sua, prevedere ad agevolazioni nei confronti di chi decide di intervenire, per esempio permettendo di usufruire dell'aliquota ICI ridotta ed esonerando dal pagamento della tassa per l'occupazione del suolo pubblico

Un'altra campagna che potrebbe portare un notevole miglioramento degli standard ambientali è legata alla diffusione delle tecnologie e tecniche di raffrescamento passivo principalmente nei grossi complessi terziari (banche, assicurazioni, centri commerciali). L'obiettivo di tale azione consiste nella diffusione del know-how per l'attuazione di interventi che utilizzino materiali, tecniche, tecnologie e accorgimenti progettuali per limitare i carichi termici di raffrescamento di grandi edifici.

Il primo passo dell'azione sarà quello di costituire una banca dati informatizzata sulla diffusione, le caratteristiche, le potenzialità, le prestazioni degli impianti e apparecchiature singole per il raffrescamento ambientale, in modo tale da disporre della base dati necessaria per valutare oggettivamente i possibili interventi di efficientizzazione e risparmio.

L'amministrazione in veste di promotore, dovrà individuare come principali attori coinvolgibili e con i quali costituire un team tecnologico/finanziario, le aziende del settore, i rivenditori e gli installatori e in particolare l'Azienda elettrica o del gas.

Per quanto riguarda invece le apparecchiature elettriche ed elettroniche, gli interventi nel settore dell'illuminazione domestica rappresentano un campo di estremo interesse, in particolare campagne per la sostituzione di lampade a incandescenza con lampade fluorescenti compatte ad alimentazione elettronica possono risultare quelle più naturali ed efficaci. Interventi ad ampia scala sull'intera utenza provinciale e comunale sono certamente realizzabili e rappresentano un modo assolutamente indicato per contenere i consumi. Peraltro interventi sull'illuminazione domestica aiutano ad abbassare il picco di carico (mattutino e serale) invernale che spesso risulta un costo non indifferente per le aziende elettriche.

Gli strumenti più efficaci e rapidi per una maggiore diffusione delle CFL sono campagne di informazione rivolte al pubblico e campagne promozionali a prezzi molto contenuti (al di sotto delle 15.000 Lire³⁸).

Alcune campagne di informazione e promozione delle CFL elettroniche sono state attivate in Italia (Roma, Ravenna, Padova, Valle d'Aosta, Torino), dimostrando che l'informazione del consumatore è un elemento fondamentale nell'adozione di una tecnologia nuova ed efficiente. Peraltro diverse iniziative a livello europeo si stanno ormai consolidando coinvolgendo le associazioni di categoria delle utility elettriche. In Italia la Federelettrica ha contrattato con l'ASSIL (l'associazione nazionale produttori illuminazione) un prezzo per le lampade fluorescenti compatte pari a 13.000 Lire (indipendentemente dalla potenza della lampada).

La Provincia ha in questo caso un doppio ruolo:

- attivare una campagna di informazione capillare (eventualmente in collaborazione con i produttori di lampade e/o l'azienda elettrica), attraverso brochure inviate a tutti gli utenti, manifesti pubblicitari, sportelli informativi aperti al pubblico, punti di informazione itineranti (per esempio presso i mercati comunali o in punti ad alta affluenza del centro abitato) dove le persone abbiano modo di verificare direttamente l'efficacia delle tecnologie efficienti;
- attivare tavoli di lavoro con i produttori (per concordare sconti sull'acquisto delle lampade), con i rivenditori (per concordare il loro coinvolgimento in eventuali iniziative di incentivi all'acquisto) e con l'azienda elettrica (per attivare incentivi agli utenti successivamente recuperabili con il meccanismo di aggiustamento tariffario previsto dall'Autorità o prestiti all'utenza successivamente recuperabili sulla bolletta).

Anche nel caso delle apparecchiature elettroniche il tempo di sostituzione è ragionevolmente rapido (per lo meno nei settori terziario e industria), per cui l'attivazione di opportune politiche rivolte al risparmio può avere interessanti ricadute.

Come nel caso dell'illuminazione il ruolo del Comune/Provincia è innanzitutto quello di informare gli utenti (brochure e campagne di informazione). Va osservato che gran parte della riduzione dei consumi dei dispositivi elettronici è legata al comportamento degli utenti (che possono attivare o meno la modalità di stand-by, spegnere o meno l'apparecchio, ecc.): è importante attivare campagne di sensibilizzazione e informazione degli utenti su come risparmiare negli uffici (il consenso ottenuto dall'iniziativa promossa dall'Ecosportello della Valle d'Aosta nel 1996 per il risparmio negli uffici dell'amministrazione regionale è un indicatore dell'efficacia di campagne di informazione rivolta agli stessi impiegati delle amministrazioni).

E' auspicabile inoltre, che l'amministrazione e l'azienda elettrica possano promuovere tavoli di lavoro con i produttori e i rivenditori per formulare accordi di programma per la fornitura di dispositivi ad alta efficienza in primo luogo per gli uffici amministrativi (o altri grandi utenze: banche, industrie, ecc.) e successivamente per i punti vendita presenti sul territorio. Questa azione si colloca all'interno di un lavoro che la IEA (International Energy Agency) sta promuovendo già da un paio d'anni (attraverso una intensa campagna di informazione e la stesura di accordi programmatici con i produttori sul tema delle dissipazioni da stand-by) e può divenire un accordo di insieme analogo al programma GreenLight.

Oltre a quello informativo-formativo, un ruolo di rilievo che un'Amministrazione locale può svolgere consiste nell'attivazione di strumenti normativi, di consulenza e di verifica della qualità energetica degli edifici e delle apparecchiature installate:

³⁸ L'IKEA sta proponendo lampade CFL elettroniche al di sotto delle 10.000 Lire.

- ✓ integrazione di requisiti prestazionali sul lato energetico nelle norme tecniche di attuazione del regolamento edilizio,
- ✓ certificazione edilizia,
- ✓ attivazione di un servizio di consulenza per interventi di retrofit (in particolare grossi complessi residenziali e grosse utenze private), che consenta la stesura di capitolati prestazionali che formino la ditta esecutrice dei lavori all'adozione delle tecnologie ad alta efficienza.

Un campo su cui intervenire, per esempio, in questo contesto, riguarda le prescrizioni o raccomandazioni sugli edifici che fissino criteri generali tecnico-costruttivi, tipologici ed impiantistici idonei a facilitare e valorizzare l'impiego di fonti energetiche rinnovabili ed assimilate per il riscaldamento, il raffrescamento, la produzione di acqua calda sanitaria, l'illuminazione, la dotazione di apparecchiature elettriche degli edifici in relazione alla loro destinazione d'uso e in stretto rapporto con il tessuto urbano e territoriale circostante.

Tali linee guida hanno, tra gli obiettivi strategici, la diminuzione delle potenze installate assolute e specifiche (kW/m²), dei consumi energetici assoluti e specifici (kWh/m²/anno) e di conseguenza la riduzione delle emissioni in atmosfera a parità o migliorando il servizio reso.

In particolare per i primi, al fine di promuovere la progettazione *energy-environmentally conscious* si dovrà recuperare in forma "passiva" la maggior parte dell'energia necessaria a garantire le migliori prestazioni per gli usi finali (riscaldamento, raffrescamento, illuminazione, ecc.) privilegiando prioritariamente l'attenta integrazione tra sito ed involucro ed in seconda fase compiere le scelte di carattere tecnologico-impiantistico.

In generale, gli elementi da considerare nelle linee guida possono essere riassunti come di seguito riportato:

- diminuzione dell'effetto "isola di calore" con interventi sull'albedo e uso del verde;
- valorizzazione delle fonti energetiche rinnovabili nelle diverse tipologie edilizie (si vedano le indicazioni riguardanti la fonte solare termica);
- interventi sugli involucri³⁹;
- interventi sugli impianti per il raffrescamento/riscaldamento ambientale;
- valorizzazione dell'illuminazione naturale;
- interventi sulle apparecchiature elettriche.

Tali linee guida dovrebbero essere riferite essenzialmente agli edifici di nuova costruzione ma anche a quelli sottoposti ad opere di ristrutturazione ed incluse ad integrazione delle Norme Tecniche nella stesura del *Regolamento Edilizio*.

La certificazione energetica degli edifici è sostanzialmente uno strumento di analisi conoscitiva in grado di fornire un quadro dettagliato della situazione del parco edilizio e di conseguenza di permettere il controllo delle prestazioni degli edifici in fase di gestione, anche e soprattutto in relazione alle prescrizioni della normativa vigente. Inoltre potrebbe rappresentare un elemento

³⁹ L'adempimento delle norme previste in attuazione della legge 10/91 orienta il progettista verso l'adozione di misure atte a limitare le dispersioni di energia attraverso l'involucro. Tuttavia ciò non garantisce affatto una minimizzazione dei consumi durante l'intero anno poiché alcune delle misure necessarie a limitare il fabbisogno energetico per riscaldamento possono non risultare efficaci nei confronti dei fabbisogni per raffrescamento e viceversa. Inoltre i tradizionali metodi di progettazione impiantistica fanno uso di metodi semplificati (regime stazionario o regime transitorio parametrizzato). L'uso di opportuni software, operanti su regimi transitori, permette invece di ottimizzare la progettazione dell'involucro in funzione delle prestazioni invernali ed estive e di definire con maggiore precisione le dimensioni degli impianti evitando inutili ed inefficienti sovradimensionamenti.

importante di partenza per pianificare interventi di manutenzione straordinaria sia sugli involucri che sugli impianti, che considerino anche azioni finalizzate al risparmio.

Il problema del controllo della qualità energetica di un edificio, trova il suo riconoscimento ufficiale, a livello europeo, nella direttiva CEE n. 93/76 del settembre 93⁴⁰. L'articolo 2 di tale direttiva stabilisce che gli stati membri devono attuare programmi concernenti la certificazione energetica degli edifici, che consiste nella descrizione dei loro parametri energetici e deve permettere l'informazione dei potenziali utenti di un edificio, circa la sua efficienza energetica. Lo stesso articolo afferma che la procedura di certificazione può anche comprendere opzioni per migliorare tali parametri energetici. Il DL 112/98, all'art.30 affida alle Regioni il compito di emanare le norme per tale procedura. In realtà però, la normativa sulla certificazione energetica prevista, non è stata ancora prodotta, né a livello UNI, né a livello MICA.

La Certificazione Energetica oltre che precorrere eventuali obblighi legati all'art.30 della legge 10/91 e fornire una conoscenza dettagliata e disaggregata di flussi energetici per il riscaldamento ambientale, fornisce la base dei dati necessaria per prospettare, identificare, valutare e verificare la validità di possibili interventi di risparmio energetico.

L'obiettivo della procedura è dunque quello di incentivare l'adozione di soluzioni che permettano l'introduzione di interventi sui componenti edilizi e sugli impianti, in modo tale da ridurre il consumo di energia.

La diffusione del "certificato energetico" deve permettere al proprietario o locatario dell'edificio di ottenere benefici economici derivanti dagli interventi di risparmio energetico che ne possono essere associati, oltre eventualmente a poter scontare benefici sugli oneri di urbanizzazione per gli edifici di nuova costruzione.

Si possono prevedere misure di incentivazione economica per l'utenza privata che effettua la certificazione dell'edificio. Si dovrebbe prevedere, ad esempio, la riduzione di una certa percentuale dell'ICI per le abitazioni con fabbisogni specifici certificati inferiori ad una certa soglia media, oppure riduzioni su altre tariffe comunali (rifiuti, acqua, gas).

La certificazione energetica è spesso utilizzata come marchio di qualità dell'edificio anche al di fuori di canali di finanziamento pubblico. Essa può essere pertanto un valido strumento di controllo sulla sostenibilità degli edifici realizzati nonché di sensibilizzazione del mercato, e quindi dei cittadini, ai temi del risparmio energetico.

Per gli edifici di nuova costruzione la certificazione deve essere obbligatoria ed effettuata mediante una autodichiarazione da parte del proprietario o del locatario. Per gli edifici esistenti la certificazione è rilasciata dal Comune.

E' chiaro che la certificazione si conclude nel momento in cui viene fotografato energeticamente l'edificio, senza necessariamente fornire indicazioni sugli interventi di risparmio energetico. Diverso è il caso della diagnosi energetica (energy audit), che si pone invece l'obiettivo di capire in che modo l'energia viene utilizzata, quali sono le cause di eventuali sprechi e quali interventi possono essere suggeriti all'utente. Se la certificazione è un'attività obbligatoria, la diagnosi deve essere incentivata su scala volontaria. Dall'altra parte è anche vero che una buona azione di sensibilizzazione sull'utilità della certificazione non può che favorire la diffusione della diagnosi energetica degli edifici.

Le varie azioni di promozione e incentivazione al risparmio esposte precedentemente, risulteranno più efficaci se l'amministrazione attiverà in prima persona interventi rivolti al proprio patrimonio

⁴⁰ La direttiva rappresenta l'atto formale dell'impegno preso nel 1990 dal Consiglio dei Ministri dell'ambiente e dell'energia nel promuovere azioni che portino ad una riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti.

(retrofit degli edifici amministrativi, rinnovo dell'illuminazione stradale, interventi nelle scuole e negli impianti sportivi, realizzazione di interventi pilota).

Tale direttrice consente di raggiungere, da parte dell'amministrazione, un duplice obiettivo: migliorare la qualità energetica del proprio parco edilizio pubblico e favorire la diffusione degli interventi anche nei privati. La realizzazione di interventi concreti sul patrimonio pubblico, e la divulgazione tra gli operatori e i cittadini degli obiettivi e dei risultati ottenuti, potrebbe portare ad un netto miglioramento degli standard energetici degli edifici privati. E' infatti chiaro che per raggiungere gli obiettivi definiti dal protocollo di Kyoto, non è sufficiente agire solo sul patrimonio pubblico, ma è invece una condizione necessaria per promuovere e diffondere la cultura del risparmio energetico.

Inoltre diverse sono le disposizioni di legge che obbligano le amministrazioni comunali a sviluppare e realizzare progetti legati all'utilizzo delle fonti rinnovabili e assimilate negli edifici pubblici o di uso pubblico, come ad esempio l'articolo 5, comma 15, 16 e 17 del DPR 412/93 in attuazione dell'articolo 4, comma 4 della legge 10/91. Queste ultime norme impongono, per gli edifici di proprietà pubblica o di uso pubblico, di soddisfare il fabbisogno energetico favorendo il ricorso alle fonti rinnovabili o assimilate, salvo impedimenti di natura tecnica o economica. Tali impedimenti devono comunque essere evidenziati nel progetto o nella relazione tecnica dell'impianto termico, riportando le specifiche valutazioni che hanno determinato la non applicabilità delle fonti rinnovabili o assimilate. Quindi, se in un edificio pubblico non si fa ricorso alle fonti rinnovabili, si dovrebbe spiegarne chiaramente i motivi. Inoltre, l'utilizzo delle fonti rinnovabili sul patrimonio pubblico, diventa obbligatorio se il tempo di ritorno dell'investimento non è superiore a dieci anni⁴¹. Inoltre, il comune, quale soggetto consumatore di energia superiore ai 1000 tep è obbligato dall'art.9 della legge 10/91, alla nomina di un "energy manager" e, tramite le funzioni per esso previste (circolare MICA 2/03/1992 n.219/F), alla predisposizione dei bilanci e dei dati energetici che il MICA può richiedere, oltre che all'individuazione delle azioni, interventi e procedure che possano promuovere il risparmio energetico. Sono quindi chiari i ruoli e le responsabilità di un'Amministrazione che deve dare "il buon esempio", e che il limitarsi alle sole proprietà di competenza non è sufficiente per raggiungere gli obiettivi prefissati a livello mondiale anche dal nostro paese.

La Provincia dovrà quindi provvedere a realizzare una apposita campagna di audit energetici sugli edifici pubblici e la creazione od acquisizione di un software standard per effettuare i calcoli finalizzati alla certificazione di questi.

Le procedure di audit sull'intero parco edilizio permetteranno di rilevare le caratteristiche fisiche e tecniche degli impianti e degli edifici da certificare. In questo modo si potrà costruire una banca dati informatizzata dettagliata sulle caratteristiche termofisiche degli edifici e degli impianti ad essi associati, che possa correlare ad ogni singolo sistema edificio/impianto il suo fabbisogno energetico ed il relativo consumo energetico. E' importante che essa possa nel contempo essere completata con memoria storica dei consumi e dei dati climatici annui relativi.

La creazione o l'acquisizione di un apposito software permetterà di effettuare rapidi calcoli dei fabbisogni teorici di edifici con diverse configurazioni strutturali e impiantistiche, sulla base dei dati raccolti nell'azione di audit e quindi un'analisi tecnico-economica di eventuali interventi di retrofit.

Sarà opportuno che la valutazione finalizzata alla certificazione sia condotta producendo un giudizio finale separato per la climatizzazione invernale/estiva, per gli usi di acqua calda sanitaria e per l'edificio nel suo complesso.

Sulla base della certificazione effettuata, l'Amministrazione registrerà le verifiche nel Registro delle Certificazione Energetica, che costituirà un archivio collegato al software citato in precedenza.

⁴¹ Per un comune con meno di 50.000 abitanti tale periodo si riduce a otto anni.

E' evidente, comunque, che tale monitoraggio deve essere seguito dagli interventi di riqualificazione. Se questi interventi vengono poi effettuati in concomitanza alla gestione ordinaria, il loro costo assume minor peso.

In questo ambito, uno strumento che le amministrazioni possono attivare rispetto al proprio patrimonio per la qualificazione energetica è inoltre quello del capitolato prestazionale, in modo da introdurre un discorso di efficienza energetica a monte del lavoro di progettazione di interventi, che forzi la ditta esecutrice dei lavori all'adozione delle tecnologie ad alta efficienza.

La procedura di certificazione potrà essere portata avanti da consulenti esterni, ma la supervisione dovrà essere dell'Ufficio Tecnico dell'Amministrazione, per cui i suoi tecnici dovranno partecipare attivamente al tavolo di lavoro sin dalle prime fasi dell'azione.

In questo contesto un elemento molto importante da tenere in considerazione è senz'altro quello dell'informazione/formazione/aggiornamento del personale provinciale.

Gli interventi messi in atto nell'ambito del patrimonio provinciale dovrebbero essere incentivati anche a livello dei singoli patrimoni comunali.

La provincia dovrebbe diventare un referente anche per quanto riguarda il censimento e l'individuazione di interventi di risparmio nel settore dell'Illuminazione Pubblica, anche fornendo indicazioni riguardanti la normativa sull'inquinamento luminoso, le prescrizioni di efficienza per le sorgenti luminose e le prescrizioni di buona progettazione illuminotecnica degli impianti.

Nel contesto generale descritto si colloca anche la creazione di una agenzia provinciale per l'energia. Si ritiene che un'agenzia a livello regionale possa essere utile per fornire supporto a livello dell'intero territorio, eventualmente con l'attivazione di sportelli di consulenza a livello locale per il pubblico.

APPENDICE-Indagine sulle caratteristiche di efficienza energetica dei grandi elettrodomestici e delle lampade per uso domestico

Ai fini di valutare le attuali caratteristiche di efficienza energetica del parco dispositivi installato presso le utenze domestiche della Provincia di Bologna, sono stati richiesti i dati del venduto di apparecchiature e lampade ad alcuni dei maggiori punti vendita collocati sul territorio comunale.

L'idea è di poter ricostruire attraverso la serie storica dei dati di vendita, quale sia l'attuale configurazione del parco installato.

Le apparecchiature di cui si sono richiesti i dati di vendita sono quelle che hanno ricevuto l'etichetta energetica: grandi elettrodomestici e lampade per illuminazione.

Dei diversi punti vendita a cui è stata richiesta la collaborazione ha risposto in modo positivo la Coop Adriatica. I dati che sono stati forniti riguardano le vendite di dispositivi per gli anni 1999 e 2000 nei quattro punti vendita collocati sul territorio provinciale (tre sono in Bologna o nei pressi, mentre uno è in prossimità di Imola). Una precedente analisi effettuata nell'ambito del Piano energetico comunale (1999) aveva consentito di raccogliere i dati per gli anni 1996-98 dei tre punti vendita Coop collocati nell'area urbana bolognese. Tali dati sono stati adoperati per ricostruire una buona serie storica delle caratteristiche di efficienza energetica delle vendite.

I dati forniti da Coop corrispondono alla marca, modello e numero di pezzi venduti nell'anno.

La rappresentatività dei dati dipende in buona parte a quale settore di mercato il punto vendita si rivolge e dalla disponibilità di tipologie diverse di prodotto. Nel caso in esame, la varietà dei prodotti è relativamente ampia, nonché il volume di vendita. Non ci è nota la tipologia di utenza, tuttavia possiamo ritenere che il campione sia indicativo di una situazione cittadina. E' indubbio che la possibilità di incrociare i dati Coop con quelli di almeno un altro punto vendita avrebbe fornito elementi utili a comprendere meglio la rappresentatività dei dati.

Le considerazioni che andremo ad esporre verranno dunque utilizzate per ricostruire un *presunto* scenario attuale di parco installato. La bontà della stima può essere verificata grazie al fatto che essa ci consente di eseguire una ricostruzione dei consumi domestici secondo una modalità bottom-up e dunque di verificare quanto il dato di consumo presunto corrisponda con il dato di consumo effettivamente registrato dal distributore di elettricità.

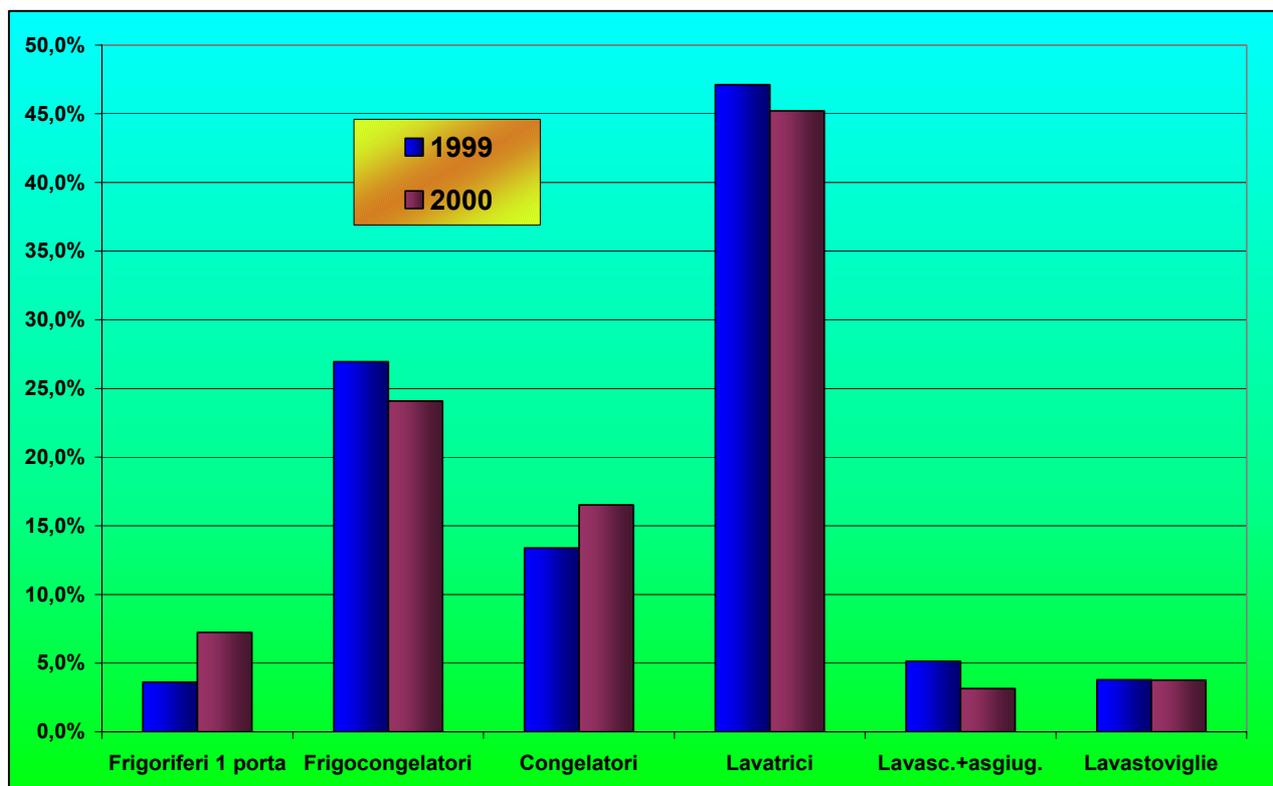
GRANDI ELETTRODOMESTICI

Analisi delle vendite

L'individuazione delle prestazioni energetiche dei grandi elettrodomestici venduti nei centri commerciale IperCoop ha richiesto:

- la consultazione del database ELDA (che contiene i prodotti messi in commercio dai produttori a partire dall'anno 1999-2000);
- la consultazione di cataloghi dei produttori antecedenti il 1999;
- l'utilizzo di precedenti ricerche eseguite da Ambiente Italia (vedi Piano Energetico della Città di Bologna);
- la lista fornita dall'ENEA nel 1997 relativa a frigoriferi e congelatori (prodotti messi in vendita nel 1996);
- il sopralluogo in alcuni punti vendita IperCoop per verificare i dati di prestazione energetica direttamente dalle etichette dei prodotti esposti.

La percentuale di vendite suddivise per tipologie di apparecchiature è indicata nel grafico successivo.



**Figura 4.5 Indagine sulle vendite di apparecchiature—%vendite ripartite per tipologia di prodotto
Centri commerciali IperCoop di Bologna e Imola—anni 1999-2000**

Si noti il numero di lavasciugatrici e asciugatrici vendute, del tutto confrontabile con quello delle lavastoviglie. Va osservato che la fase di asciugatura ha consumi particolarmente elevati (tra i 2 e 5 kWh per ciclo di asciugatura, a seconda del ciclo di asciugatura adoperato e dell'efficienza energetica del prodotto), per cui è opportuno monitorare la diffusione e le modalità di utilizzo di asciugatrici e lavasciugatrici. E' presumibile che, per ragioni di mercato e di maggiore richiesta di comfort e performance dei dispositivi, questa tipologia di prodotto venga ritenuta utile da parte dei consumatori e possa avere nei prossimi anni una sensibile penetrazione, sebbene non sia adoperata regolarmente ad ogni ciclo di lavaggio⁴².

Per ogni prodotto risultante dalla lista delle vendite IperCoop è stata eseguita una ricerca sui database o i cataloghi o le altre fonti di informazione per individuare le caratteristiche base dell'etichetta energetica, ovvero le caratteristiche di capacità (kg di bucato per le lavatrici, volumi dei comparti frigorifero e/o congelatore per le apparecchiature per la refrigerazione, numero di coperti per le lavastoviglie) e prestazione energetica (consumo energetico e classe di efficienza energetica).

Per alcuni modelli non si è riusciti a recuperare le informazioni adeguate, per cui si è dovuto escluderli dall'analisi.

Nella seguente tabella sono illustrate le percentuali di prodotti di cui sono state recuperate tutte le informazioni.

⁴² Considerato il clima dell'area bolognese è probabile che la fase di asciugatura sia adoperata strettamente nei mesi invernali o verosimilmente nelle giornate di pioggia.

	1999	2000
Frigoriferi 1 porta	89%	87%
Frigo-congelatori	91%	89%
Congelatori	91%	97%
Lavatrici	97%	93%
Lavastoviglie	84%	82%

Tabella 4.56 Indagine sulle vendite di apparecchiature-% (calcolata sul totale delle vendite per ogni categoria di prodotto) di prodotti di cui si sono recuperate le informazioni dell'etichetta energetica Centri commerciali IperCoop di Bologna e Imola-anni 1999-2000

Per le asciugatrici e lavasciugatrici non si sono potuti reperire i dati di uno dei 9 modelli venduti, che da solo rappresenta però oltre il 75% delle vendite per tale categoria di prodotto. Si è pertanto deciso di non analizzare i dati per tali apparecchiature.

Per ogni tipologia di apparecchiature è stata eseguita una analisi per individuare:

- capacità media dei prodotti venduti in una certa categoria di prodotti;
- consumo medio dei prodotti venduti in una certa categoria di prodotti;
- classe media di efficienza energetica dei prodotti venduti in una certa categoria di prodotti;
- distribuzione percentuale per classe di efficienza energetica dei prodotti venduti in una certa categoria di prodotti.

Nelle tabelle e grafici seguenti sono riportati i risultati delle analisi per ogni categoria di prodotto.

	1999	2000
Volume medio comparto frigorifero [litri]	114	109
Volume medio comparto congelatore [litri]	18	12
Consumo energetico medio [kWh/anno]	323	246
Classe di efficienza energetica media	C	C

Tabella 4.57 Indagine sulle vendite di apparecchiature-frigoriferi ad una porta-caratteristiche medie di capacità e prestazione energetica Centri commerciali IperCoop di Bologna e Imola-anni 1999-2000

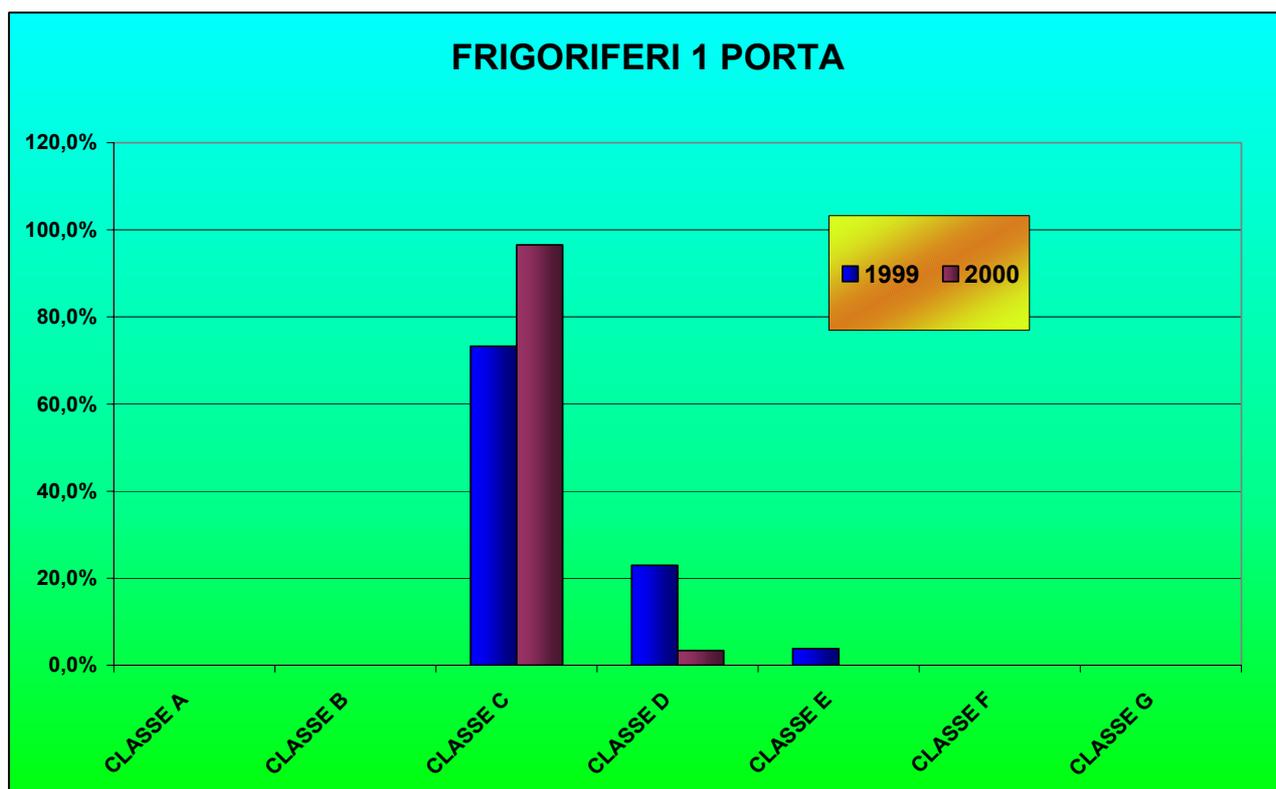


Figura 4.6 Indagine sulle vendite di apparecchiature–frigoriferi ad una porta–distribuzione delle vendite per classe energetica

Centri commerciali IperCoop della Provincia–anni 1999-2000

	1999	2000
Volume medio comparto frigorifero [litri]	187	190
Volume medio comparto congelatore [litri]	59	61
Consumo energetico medio [kWh/anno]	450	407
Classe di efficienza energetica media	C	B

Tabella 4.58 Indagine sulle vendite di apparecchiature–frigocongelatori–caratteristiche medie di capacità e prestazione energetica

Centri commerciali IperCoop di Bologna e Imola–anni 1999-2000

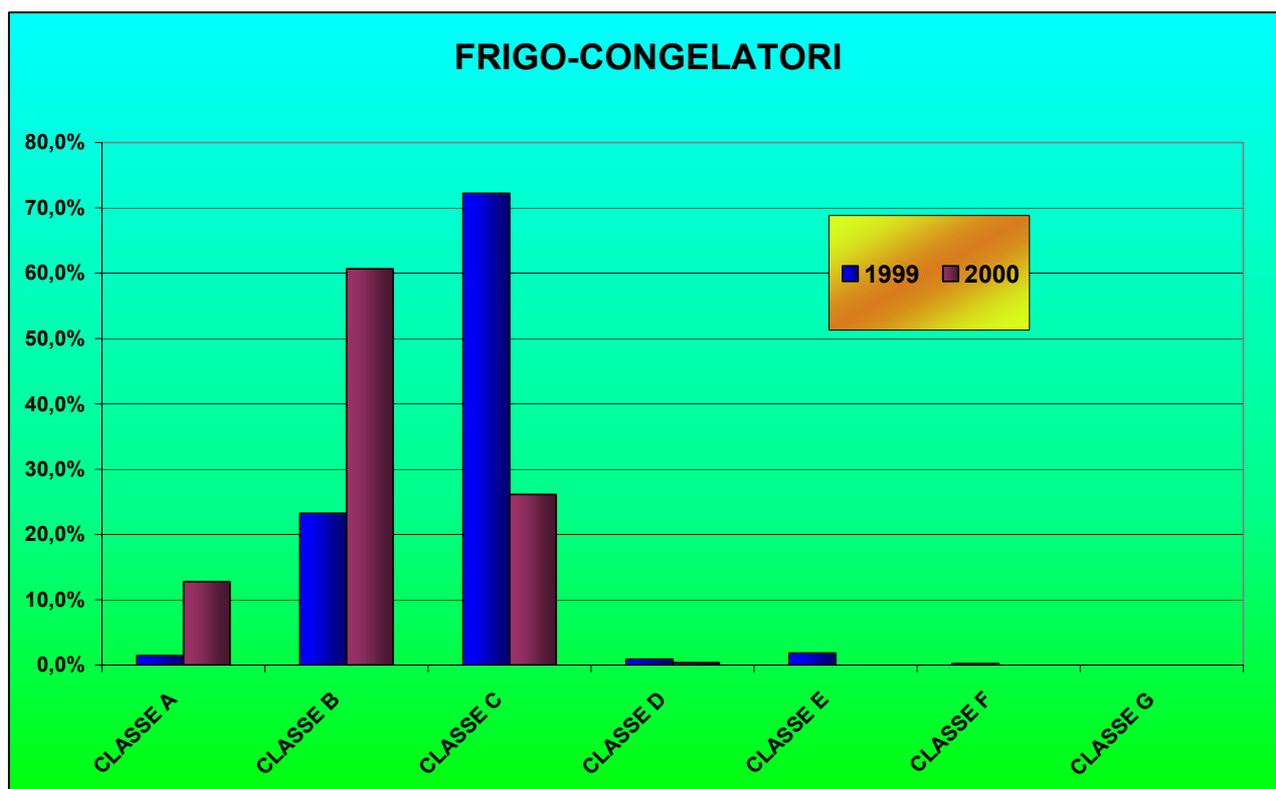


Figura 4.7 Indagine sulle vendite di apparecchiature–frigocongelatori–distribuzione delle vendite per classe energetica

Centri commerciali IperCoop di Bologna e Imola–anni 1999-2000

	1999	2000
Volume medio comparto congelatore [litri]	164	156
Consumo energetico medio [kWh/anno]	381	335
Classe di efficienza energetica media	D	D

Tabella 4.59 Indagine sulle vendite di apparecchiature–congelatori–caratteristiche medie di capacità e prestazione energetica

Centri commerciali IperCoop di Bologna e Imola–anni 1999-2000

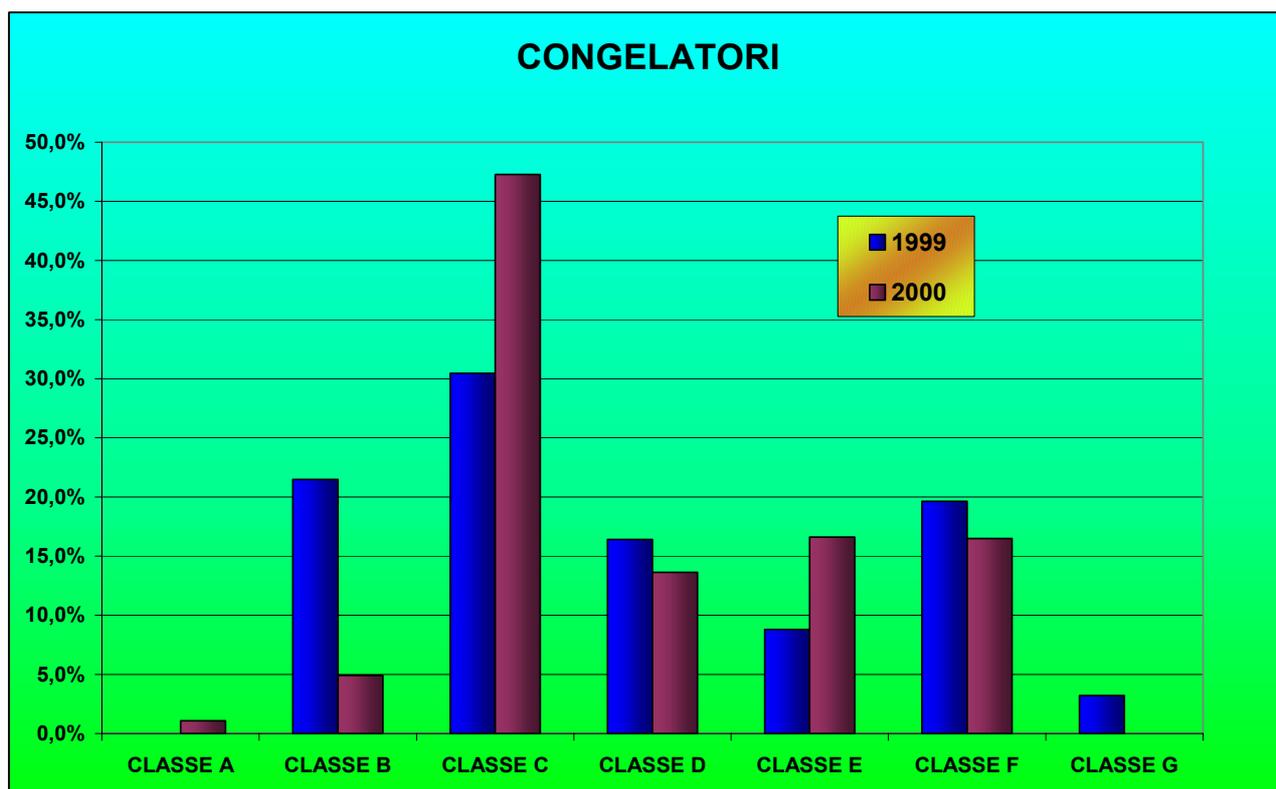


Figura 4.8 Indagine sulle vendite di apparecchiature–congelatori–distribuzione delle vendite per classe energetica

Centri commerciali IperCoop di Bologna e Imola–anni 1999-2000

	1999	2000
Capacità media [kg]	4,9	4,9
Consumo energetico medio [kWh/ciclo 60°C]	1,25	1,21
Velocità media di centrifuga [giri/minuto]	512	517
Classe di efficienza energetica media	C	C

Tabella 4.60 Indagine sulle vendite di apparecchiature–lavatrici–caratteristiche medie di capacità e prestazione energetica

Centri commerciali IperCoop di Bologna e Imola–anni 1999-2000

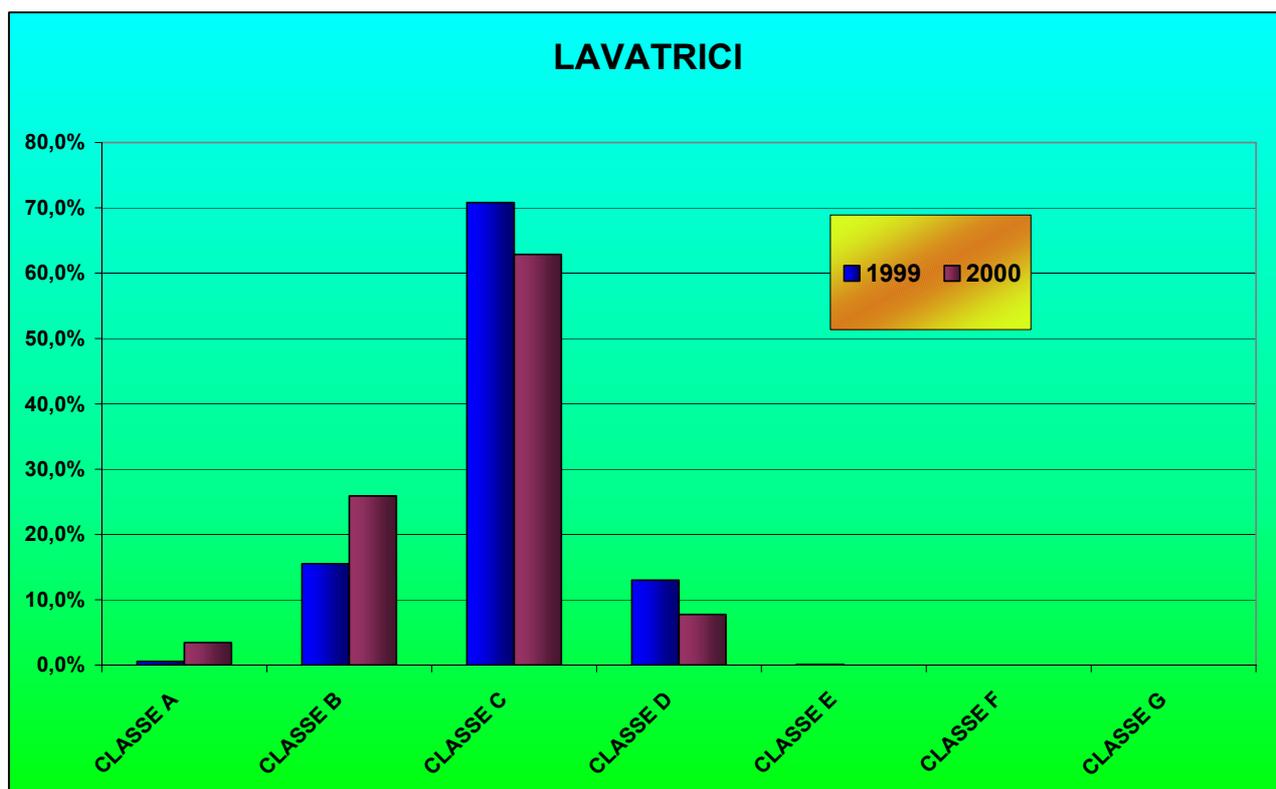


Figura 4.9 Indagine sulle vendite di apparecchiature–lavatrici–distribuzione delle vendite per classe energetica

Centri commerciali IperCoop di Bologna e Imola–anni 1999-2000

	1999	2000
Capacità media [numero coperti]	11,5	11,8
Consumo energetico medio [kWh/ciclo standard]	1,49	1,47
Classe di efficienza energetica media	D	D

Tabella 4.61 Indagine sulle vendite di apparecchiature–lavastoviglie–caratteristiche medie di capacità e prestazione energetica

Centri commerciali IperCoop di Bologna e Imola–anni 1999-2000

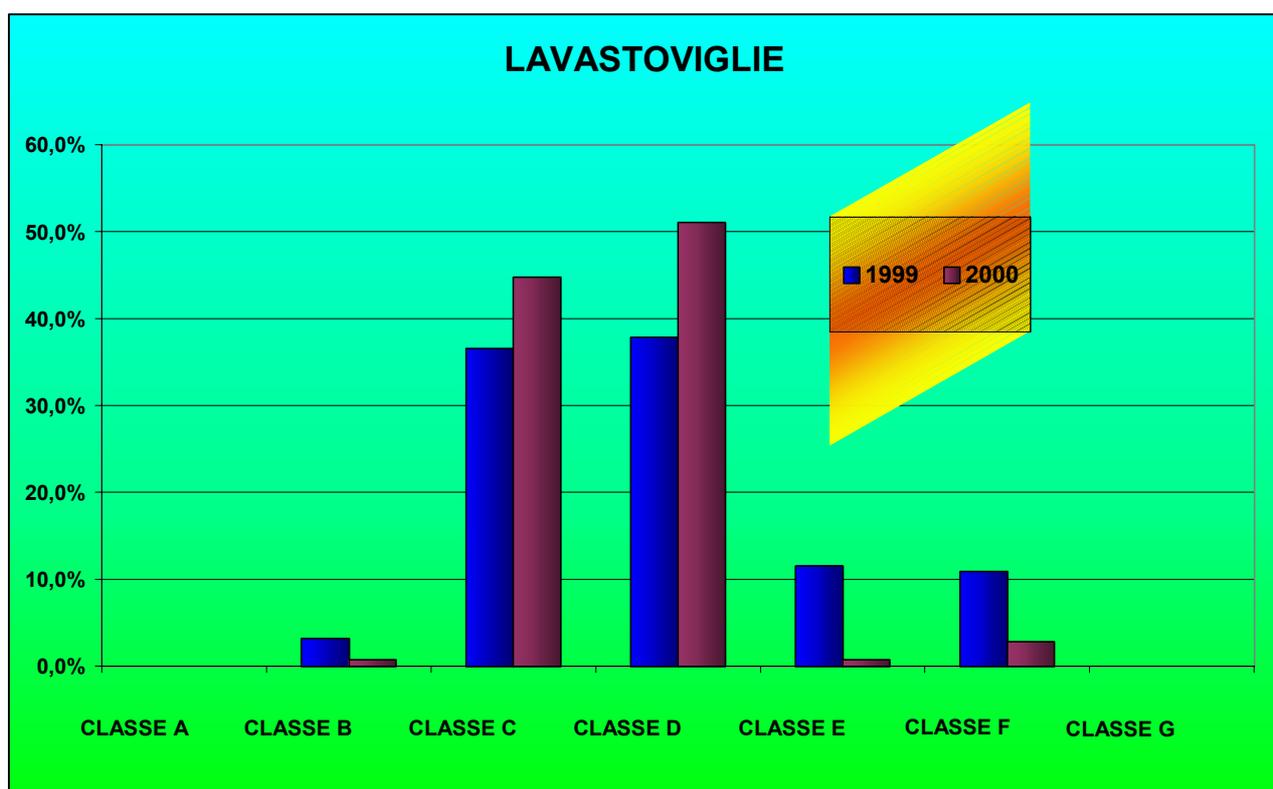


Figura 4.10 Indagine sulle vendite di apparecchiature–lavastoviglie–distribuzione delle vendite per classe energetica

Centri commerciali IperCoop di Bologna e Imola–anni 1999-2000

I risultati dell'analisi offrono lo spunto per alcune osservazioni:

- eccetto i congelatori, che soffrono di un retaggio di inefficienza a livello di produzione⁴³, tanto da mostrare vendite anche in classe G, per tutti gli altri prodotti la classe G è stata completamente eliminata;
- l'applicazione di standard di efficienza abbastanza stringenti per i frigoriferi e frigocongelatori (dal 1999 non sono più in produzione prodotti con classe di efficienza energetica inferiore alla classe C) e gli accordi volontari sulla efficientizzazione della produzione di lavatrici, sta orientando il mercato in modo deciso sulle sole tre classi A, B e C, con qualche residuo di magazzino in D o E per i frigoriferi (per le lavatrici, invece, la classe D mostra ancora una certa rilevanza, in quanto tali prodotti non sono residuali, ma sono ancora in produzione);
- l'applicazione degli standard di efficienza per i congelatori (che per ora obbliga ad eliminare dalla produzione solo i prodotti di classe F e G) mostra chiaramente che il mercato è ancora in buona parte orientato alle classi di efficienza più basse (che fra l'altro hanno anche i prezzi più bassi);
- le vendite in classe A sono aumentate in misura percepibile solo per i frigocongelatori, cosa che mostra un andamento insolito della realtà bolognese rispetto, per esempio, a una realtà veneta, dove invece la classe A nel 2000 supera il 25% per i frigocongelatori, il 15% per i congelatori, il 30% per le lavatrici e il 10% per le lavastoviglie;

⁴³ Solo dal 2001 l'offerta di prodotti di classe A o B è decisamente ampia e non solo per i congelatori verticali, ma anche per quelli orizzontali.

- le lavastoviglie, pur continuando a rimanere un prodotto a non elevata penetrazione, mostrano ancora un mercato con forte presenza della classe D, scontando l'assenza sia di accordi volontari, che di standard di efficienza; in questo caso la classe A è del tutto assente, probabilmente per una assenza di prodotti esposti che abbiano tale classe di efficienza energetica;
- i congelatori sono la tecnologia che richiede una buona spinta verso le classi ad alta efficienza: dall'esperienza raccolta in un paio di campagne (Padova e Cinisello Balsamo) per gli elettrodomestici ad alta efficienza nel corso del 2001, è emerso che in alcuni punti vendita i congelatori in classe A non sono stati nemmeno venduti;
- rispetto ai timori che si potevano avere un paio di anni fa con il lancio sul mercato dei frigocongelatori "americani" (side-by-side), questo settore non mostra un aumento deciso del volume dei prodotti venduti.

Ricostruzione del parco installato all'anno 1999

Per ogni tipologia di elettrodomestico si è ricostruita la serie storica (a partire dal 1991) della distribuzione dei prodotti per classe di efficienza energetica.

La ricostruzione si è basata per gli anni più recenti (1996-98) sulle indagini dello stesso livello eseguite per la città di Bologna (vedasi PEC di Bologna, 1999), mentre, per gli anni precedenti, sui dati di disponibilità di prodotti sul mercato (dati ENEA e IFR Italia), opportunamente rielaborati per tenere conto della differenza tra acquisto e presenza sul punto vendita.

Ovviamente tale ricostruzione è affetta da molte approssimazioni e dunque non vuole avere assolutamente alcun valore di rigido riferimento. La sua significatività deriva da quanto i consumi così elaborati corrispondano, in una ricostruzione degli usi finali bottom-up, con il consumo complessivo del settore domestico misurato dal distributore di elettricità.

La distribuzione in classi di efficienza energetica del parco dispositivi installato all'anno 1999 è stata ottenuta dalla media sugli anni 1991-1999 delle distribuzioni annuali. E' da tenere conto che questo approccio è ottimistico, in quanto, in media, la vita di un elettrodomestico è di 15 anni.

Nella tabella seguente sono indicate le distribuzioni in classi di efficienza energetica ricostruite per ogni diversa tipologia di elettrodomestico, relativamente al parco installato al 1999.

	Classi di efficienza energetica*						
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F	Classe G
Frigoriferi 1 porta	0,0%	0,0%	25,0%	40,0%	30,0%	5,0%	0,0%
Frigocongelatori (2 porte e combinati)	0,2%	5,3%	38,9%	34,8%	14,8%	5,3%	0,8%
Congelatori	0,0%	2,4%	3,4%	5,1%	4,5%	31,2%	53,5%
Lavatrici	0,1%	8,4%	47,0%	26,9%	9,8%	6,4%	1,5%
Lavastoviglie	0,0%	0,6%	9,9%	52,6%	21,3%	8,4%	7,3%

Tabella 4.62 Grandi elettrodomestici–stima del parco installato all'anno 1999

Dalla tabella è da tenere conto come le classi di efficienza più basse (F e G) continuano ad essere presenti nel parco installato, nonostante siano scomparse in alcuni casi nel recente venduto. Tale presenza è dovuta al fatto che, come detto, il ricambio del parco elettrodomestici è lento, per cui prodotti inefficienti che sono stati venduti da oltre 10 anni continuano ad essere utilizzati nelle abitazioni.

Da ciò è chiaramente comprensibile l'esigenza di produrre una spinta decisa del mercato verso la classe A quanto più celermente possibile (si veda la campagna elettrodomestici realizzata dal Comune di Padova).

Per la ricostruzione del consumo medio di un apparecchio tipo dell'attuale parco installato di ogni categoria di elettrodomestico, si tenga conto che è necessario anche definire i valori di capacità: il volume per gli apparecchi di refrigerazione e i kg o il numero di coperti per lavatrici e lavastoviglie. Sulla base dell'indagine dei dati di vendita sulla Provincia di Bologna (dati IperCoop) sono stati assunti i valori riportati nella seguente tabella.

	Volume equivalente* [litri]	Capacità di lavaggio [kg bucato]	Capacità di lavaggio [numero coperti]
Frigoriferi 1 porta	170		
Frigocongelatori (2 porte e combinati)	310		
Congelatori orizzontali	370		
Congelatori verticali	320		
Lavatrici		5	
Lavastoviglie			12

* Il volume equivalente di un apparecchio frigorifero è ottenuto pesando i volumi di ogni comparto che viene mantenuto a una definita temperatura (0°C, -6°C, -12°C, -18°C) secondo opportuni coefficienti definiti dalla normativa europea dell'etichettatura energetica

Tabella 4.63 Grandi elettrodomestici—stima della capacità media dei dispositivi per il parco installato all'anno 1999

Ricostruzione degli scenari all'anno 2010

A partire dalla situazione attuale, si sono elaborati possibili scenari di evoluzione del parco installato per l'anno 2010.

Si sono ipotizzate diverse serie storiche per i dati di distribuzione tra classi di efficienza energetica per ogni tipologia di elettrodomestico e per le diverse ipotesi di scenari.

Si sono previsti tre scenari:

- BAU: evoluzione naturale del mercato;
- Riduzione: attivazione di campagne per la diffusione di elettrodomestici efficienti;
- Potenziale: sostituzione di tutto l'attuale parco installato con dispositivi di classe A.

La previsione sulla distribuzione in classi di efficienza energetica per l'installato al 2010 è stata ottenuta mediando le serie storiche su 15 anni, dal 1996 al 2010. Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori di distribuzione stimati per i diversi scenari.

Stima del parco elettrodomestici al 2010 Scenario Business as usual (BAU)							
Tipologia di elettrodomestico	Classi di efficienza energetica (%)						
	A	B	C	D	E	F	G
Frigoriferi senza congelatore	2,0%	8,0%	49,0%	30,0%	10,8%	0,2%	0,0%
Frigoriferi con congelatore	28,2%	36,4%	27,5%	6,3%	1,4%	0,3%	0,0%
Congelatore	14,0%	19,2%	25,4%	11,0%	8,2%	10,5%	11,7%
Lavabiancheria	24,3%	33,1%	32,4%	7,7%	0,5%	1,9%	0,1%
Lavastoviglie	12,2%	21,0%	27,8%	30,3%	6,6%	1,5%	0,6%

Stima del parco elettrodomestici al 2010 Scenario RIDUZIONE							
Tipologia di elettrodomestico	Classi di efficienza energetica (%)						
	A	B	C	D	E	F	G
Frigoriferi senza congelatore	10,0%	20,0%	35,0%	27,0%	7,8%	0,2%	0,0%
Frigoriferi con congelatore	43,0%	24,8%	24,3%	6,3%	1,4%	0,3%	0,0%
Congelatore	26,7%	17,1%	20,2%	8,8%	5,3%	10,2%	11,7%
Lavabiancheria	36,8%	25,5%	27,9%	7,4%	0,5%	1,9%	0,1%
Lavastoviglie	29,4%	16,9%	19,2%	26,8%	5,8%	1,3%	0,6%

Stima del parco elettrodomestici al 2010 Scenario POTENZIALE							
Tipologia di elettrodomestico	Classi di efficienza energetica (%)						
	A	B	C	D	E	F	G
Frigoriferi senza congelatore	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Frigoriferi con congelatore	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Congelatore	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Lavabiancheria	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Lavastoviglie	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabella 4.64 Scenari BAU, Obiettivo e Potenziale al 2010

ILLUMINAZIONE DOMESTICA

Analisi delle vendite

L'individuazione delle prestazioni energetiche delle lampade vendute nei centri commerciali IperCoop ha richiesto l'individuazione della tipologia di lampada sia a partire dal nome del modello sia consultando i cataloghi dei produttori.

Le lampade sono state suddivise per tipologia (incandescenti, fluorescenti, alogene) e per potenza elettrica assorbita.

In tabella è riportata la ripartizione percentuale delle lampade vendute presso i centri commerciali IperCoop di Bologna e Imola.

Tipologia	Potenza [W]	1999	2000
Incandescenti	15	1,3%	1,2%
	25	15,9%	15,5%
	40	24,4%	22,4%
	60	23,5%	23,1%
	75	3,9%	3,8%
	100	13,6%	12,2%
	150	0,0%	0,2%
Fluorescenti lineari	18	0,2%	0,2%
	36	0,1%	0,1%
Fluorescenti circolari	22	0,4%	0,4%
	28	0,6%	0,9%
	32	1,3%	1,0%
	40	0,1%	0,1%
Fluorescenti compatte con alimentatore elettronico (lunga durata)	5	0,2%	0,1%
	7	0,4%	0,3%
	9	0,4%	0,9%
	11	1,1%	1,1%
	15	1,4%	2,0%
	20	3,1%	4,2%
	23	1,0%	0,9%
Compatte fluorescenti / compatte elettroniche (media durata)	8	0,3%	0,3%
	14	0,0%	0,5%
	16	0,6%	0,5%
	18	0,0%	1,4%
	21	0,7%	1,0%
Alogene	20	1,2%	1,0%
	35	0,1%	0,3%
	50	0,5%	0,3%
	60	0,4%	0,6%
	100	1,1%	1,2%
	150	1,0%	1,1%
	200	0,1%	0,3%
	300	0,8%	0,7%
500	0,4%	0,4%	

Tabella 4.65 Indagine sulle vendite di apparecchiature–illuminazione domestica–distribuzione percentuale delle lampade vendute per tipologia e potenza Centri commerciali IperCoop di Bologna e Imola–anni 1999-2000

Si noti come le lampade a incandescenza stiano subendo una progressiva riduzione delle vendite, mentre le alogene rimangano stazionarie (insieme con le lampade fluorescenti lineari o le

fluorescenti circolari) e le lampade fluorescenti compatte stiano finalmente vedendo una sensibile crescita, grazie, in particolare, all'introduzione sul mercato di lampade a minore durata e minor costo.

Ricostruzione del parco installato all'anno 1999

Per ricostruire la distribuzione di lampade per il parco installato al 1999 sono stati utilizzati i dati delle vendite in valori assoluti forniti dalla IperCoop, mediati sui due anni 1999-2000 e pesati opportunamente in modo da tenere conto del ricambio di una data tipologia di lampada (visto che la durata delle lampade è molto diversa da tipologia a tipologia).

Il fatto di utilizzare anche i dati del 2000 per avere il quadro di quanto installato al 1999 è dovuto al fatto che su scala provinciale non si hanno dati antecedenti al 1999. Per verificare che l'ipotesi non comporti forti errori sulla distribuzione percentuale si è eseguito un lavoro analogo sui soli centri commerciali IperCoop coinvolti nello studio effettuato per il Comune di Bologna nel 1999 (IperCoop Borgo e Lame). In tal caso la serie storica parte dal 1997, per cui è possibile mediare (con gli opportuni coefficienti) i dati di tre anni di vendite. I risultati corrispondono ampiamente con quelli ritrovati per tutti e quattro i centri commerciali IperCoop situati nella Provincia di Bologna per gli anni 1999-2000.

Le ipotesi che sono state prese come riferimento per ogni tipologia di lampada sono le seguenti:

- per le lampade a incandescenza si è assunto un ricambio di 1,5 anni (quindi sono stati mediati i dati di vendita sui due anni e si è moltiplicato per un fattore 1,5);
- per le lampade alogene si è assunto un ricambio di 2 anni (quindi si sono sommati i dati di vendita sui due anni);
- per le fluorescenti si è eseguita una somma dei dati di vendita sui due anni, moltiplicandola per un fattore 2: la durata di tali lampade è infatti almeno di 4 anni;
- per le fluorescenti compatte a bassa durata, di recente introduzione (dopo il 1998), sono stati sommati direttamente i valori delle vendite sui due anni.

Nella seguente tabella è riportata la distribuzione stimata per l'installato al 1999.

TIPOLOGIA LAMPADA	% di penetrazione
Incandescenti	
15 W	1,1%
25 W	13,6%
40 W	20,2%
60 W	20,2%
75 W	2,2%
100 W	7,5%
150 W	0,1%
Fluorescenti lineari	
18 W	0,4%
36 W	0,3%
Fluorescenti circolari	
22 W	0,9%
28 W	1,8%
32 W	2,6%
40 W	0,2%
Fluorescenti compatte elettroniche	
5 W	0,3%
7 W	0,7%
9 W	1,4%
11 W	2,5%
15 W	3,9%
20 W	8,4%
23 W	2,2%
Fluorescenti compatte	
8 W	0,4%
14 W	0,3%
16 W	0,6%
18 W	0,8%
21 W	1,0%
Alogene	
20 W	1,3%
35 W	0,3%
50 W	0,5%
60 W	0,6%
100 W	1,3%
150 W	1,2%
200 W	0,2%
300 W	0,8%
500 W	0,4%

Tabella 4.66 Illuminazione domestica–stima del parco lampade installato al 1999

Per stimare il consumo per illuminazione in una famiglia tipo, sono state eseguite le seguenti elaborazioni:

- è stata assegnato ad ogni tipologia di lampada, a seconda della potenza assorbita, un numero d'ore tipico di accensione giornaliero (corrispondente all'utilizzo tipico in un'abitazione);
- si è eseguita una media del consumo giornaliero delle lampade del parco installato (il consumo di ogni lampada è stato pesato con la percentuale di diffusione nelle abitazioni);
- il consumo pesato è stato moltiplicato per un numero medio di lampade effettivamente utilizzate in un'abitazione (7 lampade) e per il numero di giorni di accensione (335).

Il consumo al 1999 è pari a 431 kWh/anno.

Ricostruzione degli scenari all'anno 2010

A partire dalla situazione al 1999, si sono elaborati possibili scenari di evoluzione del parco lampade installato per l'anno 2010.

Diversamente dal caso degli elettrodomestici, il ricambio delle lampade è di gran lunga più rapido e dunque, da qui al 2010, almeno una volta tutte le lampade installate verranno sicuramente sostituite.

Si sono previsti tre scenari:

- BAU: evoluzione naturale del mercato;
- Riduzione: attivazione di campagne per la diffusione di lampade efficienti;
- Potenziale: sostituzione di tutto l'attuale parco installato con lampade efficienti.

Va osservato che già di per sé l'evoluzione naturale del mercato delle incandescenti mostrerà un calo notevole. Ciò su cui si dovrà lavorare è la diffusione delle alogene, che hanno conquistato una fetta di mercato difficile da smantellare, pur dimostrandosi una tecnologia inefficiente.

Nella seguente tabella sono riportati i valori di distribuzione, secondo le diverse tipologie e potenze, ipotizzati per il 2010 nei tre diversi scenari.

TIPOLOGIA LAMPADA	BAU 2010	OBIETTIVO	POTENZIALE
Incandescenti			
15 W	0,8%	0,0%	0,0%
25 W	9,5%	5,0%	0,0%
40 W	12,1%	5,0%	0,0%
60 W	12,1%	5,0%	0,0%
75 W	1,1%	0,0%	0,0%
100 W	3,7%	0,0%	0,0%
150 W	0,0%	0,0%	0,0%
Fluorescenti lineari			
18 W	0,4%	0,4%	0,4%
36 W	0,3%	0,3%	0,3%
Fluorescenti circolari			
22 W	0,9%	0,9%	0,9%
28 W	1,8%	1,8%	1,8%
32 W	2,6%	2,6%	2,6%
40 W	0,2%	0,2%	0,2%
Fluorescenti compatte elettroniche			
5 W	0,8%	1,8%	2,8%
7 W	1,2%	2,7%	4,2%
9 W	2,4%	3,9%	5,4%
11 W	4,5%	7,1%	9,7%
15 W	6,9%	9,6%	12,3%
20 W	9,4%	11,4%	13,4%
23 W	4,0%	6,0%	8,0%
Fluorescenti compatte			
8 W	2,9%	4,9%	6,4%
14 W	3,3%	6,3%	9,2%
16 W	4,6%	6,6%	8,6%
18 W	2,8%	4,8%	6,8%
21 W	3,0%	5,0%	7,0%
Alogene			
20 W	1,3%	1,3%	0,0%
35 W	0,5%	0,5%	0,0%
50 W	0,1%	0,1%	0,0%
60 W	0,2%	0,2%	0,0%
100 W	2,6%	2,6%	0,0%
150 W	2,5%	2,5%	0,0%
200 W	0,2%	0,2%	0,0%
300 W	0,8%	0,8%	0,0%
500 W	0,4%	0,4%	0,0%

Tabella 4.67 Illuminazione domestica: ripartizione percentuale di penetrazione delle diverse tipologie di lampade-Scenari BAU, Obiettivo e Potenziale al 2010

Il consumo per illuminazione in una famiglia tipo, calcolato con la stessa metodologia illustrata nella sezione precedente, risulta, nei tre scenari, il seguente:

- BAU: 362 kWh/anno;
- OBIETTIVO: 277 kWh/anno;
- POTENZIALE: 164 kWh/anno.

4.3 I trasporti

Nel corso degli ultimi anni, la definizione di sviluppo sostenibile si è consolidata come punto di riferimento obbligato delle dichiarazioni di politica economica dei governi, sia a livello locale che sovranazionale; gli impegni progressivamente definiti dai protocolli internazionali, ultimo quello di Kyoto, costituiscono la premessa teorica delle azioni delle decisioni anche delle politiche di settore, compreso il sistema dei trasporti e la complessa questione della valutazione dei costi e dei benefici della mobilità nelle aree urbane e metropolitane.

In generale, si può quindi affermare che il “cosa” fare è noto ed accettato da tutti, che il “come” farlo è oggetto di discussioni accese, essendo divergenti le opinioni relativamente agli effetti finali delle singole strategie, politiche ed azioni. Si conferma dunque che, fra il dire ed il fare, c'è di mezzo l'auto, intesa come industria dei mezzi di trasporto e delle infrastrutture necessarie alla loro circolazione, come entità delle risorse finanziarie che il sistema genera e, soprattutto, come capacità di condizionare i comportamenti individuali, cancellando la razionalità economica dell'agire umano.

In questa situazione, in cui tutti gli attori hanno costruito, nel tempo, un intreccio non razionale fra interessi privati e politiche pubbliche, in cui sono stati sistematicamente cancellati gli evidenti segnali di crisi progressiva del sistema dei trasporti, il punto di crisi è stato raggiunto nel momento in cui i governi, a tutti i livelli, hanno dovuto affrontare il problema del come migliorare la qualità dell'aria ed in cui non si è più riusciti a mascherare l'insostenibilità economica del sistema (intesa come sommatoria dei costi e dei benefici diretti ed indiretti della mobilità, soprattutto nelle aree urbane).

A partire da questo momento, il linguaggio della comunicazione è cambiato e le priorità delle politiche pubbliche sono state aggiornate. Da un lato, si è cominciato ad enfatizzare il costo complessivo, soprattutto indiretto (le esternalità) del sistema e, dall'altro, si è cominciato a valutare efficienza ed efficacia delle politiche industriali di sostegno, degli interventi per la realizzazione delle infrastrutture di trasporto, degli effetti delle politiche locali, relative direttamente alla mobilità delle persone e delle merci ed anche a mettere in relazione uso del suolo, gestione del territorio, localizzazione degli insediamenti, sistemi di trasporto, effetti ambientali, diretti ed indiretti.

Ovviamente questo processo, che si è messo in movimento dopo decenni di politiche e di azioni contrarie, non è lineare ed in Italia è ancora all'inizio. Risultano quindi più evidenti le contraddizioni e le insufficienze di interventi a volte non correttamente pianificati e valutati, così come risulta evidente la difficoltà di coordinare politiche ed azioni dei diversi ministeri ed assessorati, tradizionalmente abituati a gestire in modo individuale le risorse assegnate.

A questo processo di riorganizzazione complessiva delle politiche e degli interventi per rendere “sostenibile” la mobilità delle persone e delle merci, soprattutto nelle aree urbane e metropolitane, e ridurre gli effetti negativi dell'incoerenza fra le scelte urbanistiche e di gestione del territorio, le realizzazioni di infrastrutture pensate quasi mai in una logica di sistema e, soprattutto, in assenza di indagini aggiornate e di sistemi informativi adeguati a rappresentare lo stato reale - economico, territoriale ed ambientale, si aggiunge infine la riassegnazione delle competenze fra governo centrale, regioni e governo locale, anche per quanto riguarda la programmazione e gestione dei servizi del trasporto locale (Dlgs. 400/99, modificativo del Dlgs. 422/97)⁴⁴.

⁴⁴ Il decreto 422/97 delega alle Regioni tutte le funzioni di programmazione ed amministrazione relativi ai servizi in oggetto, compresa la definizione dei servizi minimi e la stipula dei contratti di servizio con le società di trasporto pubblico locale ed anche con le FF SS.

La riforma del trasporto locale, cioè la necessità di mettere a disposizione dei cittadini servizi collettivi, flessibili, di qualità elevata ed il cui contenuto di innovazione tecnologica e di informazione renda meno traumatico l'abbandono dell'uso individuale dell'auto, rappresenta infatti il vero banco di prova per rendere effettivi e non retorici i richiami alla necessità di rendere sostenibile la mobilità delle persone e delle merci, che sono diventati la base delle premesse metodologiche di qualsiasi progetto relativo al sistema dei trasporti.

Nel contesto del riposizionamento strategico delle politiche per la mobilità, l'energia e l'ambiente, un ruolo fondamentale è stato giocato dall'Unione Europea, con accentuazioni diverse nelle proposte della Commissione e degli "eurocrati" e nelle decisioni del Consiglio dei Ministri e del Parlamento.

In generale, tuttavia, proposte e decisioni si basano su una revisione delle priorità, basate sulla rilettura delle condizioni della mobilità delle persone e delle merci nell'intero territorio, sulla riconsiderazione delle informazioni e dei modelli di previsione e, soprattutto, sulla valutazione degli effetti ottenuti dalle politiche settoriali di sostegno praticate fino ad oggi:

- valutazione statistica mobilità e traffico: il 12,5% del reddito nei paesi della UE (pari a 600 miliardi di Euro, nel 2000) è stato speso per gli spostamenti delle persone ed il trasporto delle merci. Negli ultimi anni, e nonostante gli impegni politici e gli incentivi concessi agli altri modi, l'uso dell'auto è raddoppiato;
- anche il trasporto aereo è aumentato ed oggi questo modo copre, complessivamente, la maggior quantità di Km percorsi, su tutti i modi;
- elemento chiave della valutazione: il 50% degli spostamenti in auto è effettuato su percorsi inferiori a 5 Km, da qui la pressione ambientale sul sistema e la necessità di prevedere politiche specifiche;
- la presenza sempre più diffusa di uno stato di congestione delle infrastrutture per i trasporti e di "strozzature" che interessa di nuovo l'intero territorio e che rischia di compromettere le politiche per lo sviluppo;
- malgrado gli incentivi, nazionali e comunitari, ogni anno è aumentata la realizzazione di infrastrutture stradali, mentre sono diminuiti i Km di binari (o di vie d'acqua) effettivamente utilizzati per il trasporto di persone e merci. Si sono chiuse sempre più ferrovie e si sono costruite nuove autostrade;
- Scenario Business As Usual: viene previsto un ulteriore raddoppio dell'uso della strada e del trasporto aereo. Ne consegue che, anche scontando la maggiore efficienza specifica e lo sviluppo tecnologico per la riduzione delle emissioni del singolo veicolo, si avrà un ulteriore e grave peggioramento degli impatti derivanti dal sistema di trasporto, in conseguenza dell'incremento complessivo delle percorrenze.

L'attuale scenario europeo rappresenta l'evoluzione delle proposte e dei programmi di investimento comunitari, a partire dal libro bianco 1992, il cui obiettivo era costruire un sistema di trasporto efficiente ma concorrenziale, che garantisse l'aumento dello sviluppo economico e dei posti di lavoro.

La riconsiderazione dei risultati ottenuti, ha portato alla fusione delle direzioni generali che si occupavano di trasporti ed energia e a ridefinire le caratteristiche del sistema di trasporto nel territorio dell'Unione, come un sistema capace di aiutare i cittadini a muoversi, accessibile, a basso costo, sicuro.

Dato che l'80% dei cittadini dell'Unione vive, lavora e si muove nelle città, la scelta di lavorare sul trasporto locale e regionale diventa la nuova priorità di intervento, pur rispettando il principio chiave della sussidiarietà, che lascia alla UE un ruolo limitato di supporto perché la decisione deve seguire la gerarchia locale regionale nazionale comunitario.

Il processo di revisione delle strategie si è inoltre appoggiato alla discussione delle indicazioni contenute nei successivi documenti ufficiali della UE:

1996 il Libro Verde *Citizen's Network*;

1998 la comunicazione della Commissione *Developing Citizen's Network*: comunicazione politica della Commissione, in cui si è giustificato l'adeguamento delle politiche e dei finanziamenti *TEN* e dei fondi per R&D, fondi di coesione.

La Commissione ha inoltre contribuito alla realizzazione del sito *ELTIS*, in cui sono indicate le migliori esperienze realizzate per la mobilità sostenibile ed il miglioramento del trasporto collettivo nei paesi dell'Unione.

L'obiettivo da raggiungere diventa quindi il ristabilimento di un equilibrio tra le diverse modalità di trasporto.

Il secondo punto di novità nelle strategie comunitarie, derivante da una diversa lettura delle informazioni disponibili è rappresentato dalla considerazione che non si ritiene più prioritario e sufficiente potenziare i grandi corridoi di traffico, perché il punto di crisi dell'intero sistema dei trasporti è oggi rappresentato dalle "strozzature" e dagli imbottigliamenti che si creano all'entrata delle grandi aree metropolitane, ed in particolare nella rete di comunicazione periurbana, frutto di molte politiche e di interventi contraddittori, ultimi quelli per la protezione dei centri storici.

Ultimo punto di novità, nella strategia comunitaria, la ridiscussione del ruolo dell'automobile soprattutto per gli spostamenti in città e la richiesta di sperimentare politiche basate sull'introduzione di nuove tecnologie meno inquinanti, di sistemi telematici ed informativi, di pedaggi per l'accesso ai centri e l'utilizzo delle infrastrutture, in generale, quindi, uno spostamento dalle politiche "hard" della realizzazione di nuove infrastrutture di trasporto a quelle "soft" basate sulla gestione della domanda di mobilità.

Questo processo di revisione, al lancio, alla fine del 2000, del programma *CIVITAS*: nuovo programma di finanziamento per progetti per tutte le città europee e paesi candidati all'adesione.

Le priorità di *CIVITAS* sono: favorire l'innovazione tecnologica per l'introduzione del road pricing, la gestione della domanda di mobilità e intermodalità.

Il programma prevede il finanziamento di progetti innovativi, rispetto allo standard dei progetti di ricerca e sviluppo, che dovranno garantire politiche radicali per ridurre, in modo permanente e strutturale la dipendenza dall'auto per gli spostamenti nelle aree urbane e metropolitane.

CIVITAS integra priorità e fondi di diverse direzioni generali e richiede, per la prima volta, la presentazione di un progetto di sistema.

I progetti dovranno prevedere strumenti di valutazione tecnici e non tecnici e collegamenti con le politiche a livello locale e nazionale per la mobilità sostenibile:

- indicatori tecnici: modal split, congestione, consumi energetici, rumore, emissione
- indicatori non tecnici: accettazione delle misure, impatto sui cittadini, sopportabilità economica, appoggio delle polizie municipali, comprensione delle misure da parte dei cittadini.

In questo contesto internazionale e comunitario si colloca la predisposizione e la discussione del nuovo Piano Generale dei Trasporti, documento che segna una svolta nelle strategie del governo nazionale, sia per quanto riguarda i contenuti tecnici e le modalità per la sua redazione (attraverso la costituzione di un gruppo di esperti interdisciplinari che hanno lavorato insieme, anziché

confezionare un prodotto editoriale basato su contributi individuali), sia per quanto riguarda le modalità per la sua presentazione e discussione preliminare, basata su un positivo rapporto in particolare con le amministrazioni locali.

Uno dei temi principali affrontati dal PGT è il problema della mobilità urbana e metropolitana: congestione, inquinamento, insicurezza toccano oltre il 50% della popolazione italiana e il 70% delle attività produttive.

La proposta contenuta nel PGT è di lasciare a i comuni od agli aggregati di comuni la più ampia libertà nella scelta delle soluzioni di intervento infrastrutturale, tecnologico, gestionale ed organizzativo, valutando invece il miglioramento raggiunto nei livelli di servizio del sistema dei trasporti nelle singole realtà locali, riservando allo stato il ruolo di cofinanziatore degli interventi.

Lo strumento attraverso il quale le amministrazioni locali definiscono il mix di interventi più appropriato ed il governo centrale valuterà opportunità ed entità del proprio intervento finanziario, è individuato nel Piano Urbano della Mobilità (PUM).

La vera novità di questo approccio consiste dunque nel non limitarsi a chiedere un progetto - più o meno ben costruito - ma nel voler verificare gli effetti degli interventi e delle politiche, misurando efficienza ed efficacia degli investimenti proposti rispetto al raggiungimento dell'obiettivo generale della "mobilità sostenibile", visto come miglioramento della qualità dell'aria nelle aree urbane, riduzione dell'incidentalità e riduzione dei consumi energetici. Si potrebbe dunque dire che si inizia il processo di valutazione delle esternalità del sistema e che, soprattutto, si inizia a ragionare in termini di sistema di mobilità (pubblica e privata, delle persone e delle merci) e non di singoli progetti ed interventi e si chiede di integrare politiche ambientali, territoriali e di trasporto.

La valutazione dei progetti da cofinanziare avverrà dunque utilizzando parametri e metodologie diverse e basate sulla verifica dell'esistenza di reali processi di governo della domanda di trasporto, scegliendo le proposte che dimostreranno di essere ambientalmente, socialmente, energeticamente ed economicamente più efficienti.

L'impianto stesso delle proposte dovrà essere diverso, non si parlerà più di singoli progetti ma, appunto di un sistema per la mobilità, capace di migliorare, attraverso il cofinanziamento pubblico, la maggior parte delle attuali criticità:

- sicurezza,
- domanda, offerta: importante presentare analisi della domanda specifica di mobilità con valutazione, anche modellistica, dei livelli di traffico sopportabili dal territorio attraversato e della domanda di mobilità coerente con il raggiungimento degli obiettivi di un riequilibrio modale. In una logica di sostenibilità è necessaria una contrazione del numero degli spostamenti effettuati con modi di trasporto inquinanti,
- utilizzo della leva della tariffazione anche per la mobilità urbana,
- verifica dei risultati raggiunti, attraverso la realizzazione di un piano di monitoraggio specifico,
- introduzione sistematica di sistemi telematici – strumenti di controllo efficaci ed efficienti,
- impegni ambientale: protocollo di Kyoto: è necessario attribuire agli interventi di riequilibrio del sistema dei trasporti priorità assoluta.

Un ultimo elemento di innovazione, previsto dal PGT e ripreso dagli orientamenti e dalle politiche comunitarie, è rappresentato dalla necessità, per l'amministrazione locale, di prevedere forme di cofinanziamento del progetto con risorse proprie.

Questa necessità di prevedere un coinvolgimento finanziario diretto da parte dell'amministrazione richiedente, dovrebbe garantire la non ripetibilità di situazioni quali quella della legge 211/92 che finanzia interventi nel settore del trasporto di massa -e più in generale quella della richiesta di

finanziamenti per infrastrutture– caratterizzata da assoluta incapacità di spesa, a livello locale, delle risorse messe a disposizione dal governo centrale.

Le politiche ed i progetti per il miglioramento della mobilità nelle aree urbane e metropolitane, previsti dalla nuova normativa nazionale e dai programmi di azione della UE, richiedono quindi un salto di qualità nella realizzazione degli interventi, una precisa volontà politica dell'amministrazione richiedente ed infine un diretto coinvolgimento nel finanziamento delle opere previste e nella loro successiva gestione.

Va da sé che la gestione di una impostazione così diversa dalla prassi amministrativa consolidata, presuppone che l'intero processo del trasferimento delle competenze e delle risorse dal livello centrale a quello locale, sia completato e che sia trasformato in prassi gestionale.

Il coinvolgimento locale nel finanziamento delle opere e nella loro gestione presuppone inoltre che siano previsti ed attuati interventi per la tariffazione dell'uso delle infrastrutture e per l'accesso ad aree specifiche della città.

Nel caso della promozione della mobilità sostenibile, questo spostamento dalla logica del divieto a quella verifica delle condizioni per l'uso dei beni scarsi, rappresenta una decisa innovazione amministrativa e gestionale, tanto più se si considera che si deve innestare su un sistema e su una prassi legislativa ed amministrativa decisamente orientata alla codificazione della regola in astratto piuttosto che alla valutazione della sua applicabilità concreta e dei risultati reali che ne discendono.

4.3.1 La mobilità in Provincia di Bologna

Il settore dei trasporti è senza dubbio uno dei settori più energivori a livello urbano. Una significativa quota dei consumi e delle emissioni complessivamente contabilizzati su base urbana sono infatti direttamente imputabili alla mobilità di persone e merci.

In Provincia di Bologna, esso assorbe quasi il 33% dell'energia complessiva consumata, facendo registrare un aumento del 16,4% rispetto al 1990.

L'ammontare complessivo del consumo di energia (nonché delle emissioni inquinanti) di un determinato modello di mobilità dipende da diversi parametri di ordine quantitativo e qualitativo. Più in particolare alcuni parametri concorrono a caratterizzare gli indici unitari (di consumo e emissione) associati all'unità di percorrenza, mentre altri parametri concorrono a determinare la consistenza totale della mobilità.

Il consumo e le emissioni totali sono quindi definite dal prodotto fra indici unitari (espressi, per esempio, in gr/km) e mobilità complessiva (espressa in km percorsi da ogni veicolo).

A parità di indici unitari di consumo e emissione, l'ammontare complessivo dei consumi e delle emissioni risulta dunque direttamente proporzionale all'ammontare complessivo della mobilità.

Il pattern di spostamenti (persone e merci) definisce l'assetto del sistema della mobilità urbana (quanto e come ci si muove); dalla composizione del parco mezzi circolante nell'area di indagine dipendono invece, sia direttamente che indirettamente, i parametri tecnico-operativi che determinano fattori unitari di consumo e di emissione.

Sostanzialmente, i parametri chiave nel definire l'andamento dei consumi energetici settoriali sono riconducibili alla distribuzione degli spostamenti da un lato (domanda di mobilità) ed alle prestazioni dei mezzi di trasporto circolanti dall'altro.

Ciò vuol dire che qualsiasi politica di intervento finalizzata ad una riduzione dei consumi di energia associati alla mobilità urbana dovrà necessariamente essere rivolta all'uno e/o all'altro parametro critico, avendo preliminarmente determinato le potenzialità insite nelle differenti alternative di intervento.

Dalle analisi del bilancio energetico della Provincia emerge, in particolare che il consumo di carburante derivante dal trasporto persone è cresciuto di circa il 24% nel decennio 1990-1999. Tale incremento può essere imputabile da un lato dalla variazione della tipologia di veicoli circolanti e all'aumento del flusso veicolare, dall'altro dall'aumento dei km mediamente percorsi da ogni autovettura. Analogamente, il trasporto merci su gomma, si è stimato crescere nel medesimo periodo di poco meno del 6%.

Le analisi che verranno esposte di seguito, prenderanno in considerazione essenzialmente il solo trasporto persone.

L'evoluzione degli indici di motorizzazione privata (autovetture/100 abitanti) in Provincia evidenzia una tendenza nel periodo documentato (1985-1999) alla crescita netta e continua sino ai primi anni '90 cui segue una certa stabilizzazione. Si passa infatti, dal valore di 51 auto ogni 100 abitanti a poco meno di 60. Significativo il fatto come, rispetto al 1990, l'indice di motorizzazione si sia spostato al di sopra delle 55 auto/100 ab per la quasi totalità dei comuni della Provincia. Tale dato si posiziona al di sopra della media nazionale, che si attesta intorno alle 50 autovetture ogni 100 abitanti.

In aggiunta a questi elementi, sempre per quanto riguarda il parco autovetture, si registra un rafforzamento della presenza delle auto di media cilindrata (1400-2000 cc) a scapito delle cilindrature minori. Infatti, se nel 1990 le prime rappresentavano poco più del 20% circa del totale, nel 1995 raggiungono il 25%.

Un insieme di questioni da affrontare in tale contesto, riguarda l'evoluzione dei parametri di consumo unitario attesa in rapporto al processo di ricambio del parco veicolare circolante. In effetti l'aspetto dei consumi energetici del settore dei trasporti collegato all'efficienza dei mezzi è spesso assunto come fattore di compensazione degli effetti derivanti dall'aumento della domanda di mobilità. Ma se si osserva attentamente l'evoluzione dell'efficienza media del parco autoveicoli durante gli ultimi anni, si scopre che ciò non è per nulla vero.

Il dibattito relativo all'evoluzione di tale parametro, anche in relazione all'introduzione di nuove tecnologie di trazione (elettrica, ibrida, a celle a combustibile), è attualmente molto vivo.

L'evoluzione attesa dei consumi unitari delle autovetture dipende quantomeno da due fattori:

- l'andamento degli indici di consumo a parità di dimensione del veicolo,
- la distribuzione del parco circolante per classe di cilindrata.

Negli ultimi anni, questi due fattori hanno fatto registrare tendenze per molti versi contrastanti. I coefficienti di consumo unitario a parità di dimensione hanno fatto registrare infatti una costante tendenza alla riduzione, con l'importante eccezione dei veicoli di media cilindrata immatricolati negli ultimi 5-10 anni, per i quali si registra un sensibile incremento⁴⁵. Per converso, la distribuzione dimensionale del parco registra una quota crescente dei veicoli di media cilindrata, a scapito della quota dei veicoli di piccola cilindrata.

Da ciò deriva che i coefficienti unitari medi, calcolati tenendo conto della variazione del peso relativo di ciascuna classe dimensionale, tendono generalmente a compensare il decremento dei valori unitari dei veicoli di piccola cilindrata con l'aumento della dimensione media del parco.

Il risultato di ciò è che l'evoluzione del parco circolante non appare passibile, a breve-medio termine di apportare sostanziali riduzioni dei coefficienti di consumo unitario.

⁴⁵ Tale incremento è dovuto essenzialmente alla generalizzazione sui veicoli di media cilindrata di dispositivi "energivori" prima disponibili solo in veicoli di fascia elevata (condizionatore), nonché alla tendenza verso la motorizzazione dei veicoli di fascia alta con propulsori turbocompressi, ma inferiori ai 2.000 cc. (quest'ultimo aspetto spiega anche la costanza della quota dei veicoli al di sopra dei 2.000 cc).

Per rappresentare le dinamiche della mobilità giornaliera in Provincia, si prenderanno in considerazione i dati sugli spostamenti per motivi di studio e lavoro desunti dai censimenti ISTAT 1981 e 1991, ed i risultati di un'indagine condotta dalla Servizio Metropolitano Mobilità e Trasporti della Provincia di Bologna nel 1997. I dati dei censimenti, riferendosi solo ai movimenti di tipo pendolare per motivi di studio o lavoro e di scambio con il capoluogo, danno chiaramente conto solo di una parte della mobilità totale. L'indagine sopracitata, invece, prende in considerazione tutti gli spostamenti e per qualsiasi motivo e i ritorni a casa.

Secondo i censimenti, gli spostamenti di scambio quotidiano (contati una sola volta) erano circa 80.000 nel 1981 (50.000 verso Bologna, 30.000 da Bologna) e 102.000 nel 1991 (72.000 verso Bologna, 30.000 verso Bologna), con un incremento del 25%.

Già dai soli dati di censimento, emerge quindi il notevole incremento delle persone che entrano quotidianamente a Bologna per studio o lavoro e la contemporanea diminuzione, in termini relativi, del numero di bolognesi che si recano fuori città per i medesimi motivi.

Le scelte delle persone nel 1981 e nel 1991 mettono in evidenza la preferenza sempre più marcata per il mezzo privato (da intendersi come autovettura) rispetto al mezzo pubblico: nel 1981 il 57% dei pendolari usava il mezzo privato ed il 38% quello pubblico. In un decennio, il numero di pendolari che utilizzavano l'auto è salito al 66%, mentre gli utenti del mezzo pubblico si è ridotto al 30%.

Dallo studio del 1997 emerge come in Provincia la maggior parte degli spostamenti avvenga tra gli ambiti locali e Bologna e all'interno degli ambiti stessi. In particolare, escludendo i movimenti infracomunali, lo scambio con il capoluogo raccoglie ben il 56% di tutti i movimenti (pari a circa 400.000 spostamenti al giorno). Questa ripartizione evidenzia la grande attrattività del capoluogo. Si può quindi parlare di un sistema mobilità convergente sull'intera area metropolitana.

Tipologia di spostamento	Spostamenti giornalieri
1. Interni Bologna	989.643
2. Scambio 1° cintura-Bologna	256.479
3. Scambio residuo provincia-Bologna	141.989
4. Infracomunali	775.001
5. Intercomunali	308.588
6. Esterni	4.494
TOTALE	2.476.194

*infracomunali: spostamenti interni ad un comune; intercomunali: spostamenti di scambio tra i comuni, esclusi quelli di scambio con Bologna

Tabella 4.68 Tipologia e numero di spostamenti in Provincia di Bologna

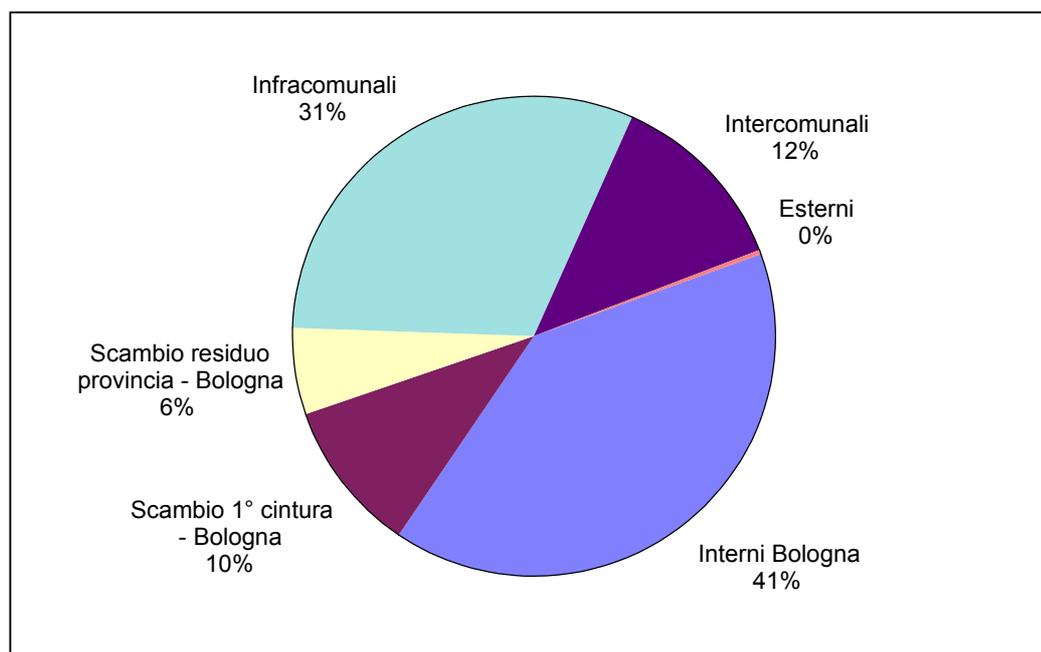


Figura 4.11 Tipologie di spostamenti in % in Provincia di Bologna

Gli spostamenti per studio e lavoro ammontano complessivamente a 623.170, di cui più di 140.000 di scambio con il capoluogo (+37% rispetto al 1991).

Tali aspetti di “criticità” sono da ricondursi principalmente alle particolari dinamiche demografiche che stanno caratterizzando la Provincia da un decennio a questa parte. Le analisi del quadro conoscitivo propedeutiche al PTCP, hanno messo in evidenza, infatti, come, a fronte di una diminuzione della popolazione residente nell’area centrale, si sia verificato, un incremento della popolazione residente negli altri centri abitati della provincia, come pure al di fuori dei centri abitati. A tale tendenza verso la nebulizzazione dei luoghi di residenza che sembra si confermerà anche nel breve-medio periodo, si contrappone una ulteriore “centralizzazione” degli specialismi collegati alle attività economiche e dei servizi nel capoluogo e nei comuni adiacenti. In generale, il risultato di questa contrapposizione genera una domanda di mobilità (intesa come km mediamente percorsi) in continua crescita e molto dispersa a livello territoriale. L’impatto negativo sugli aspetti energetici determinato da questo tipo di mobilità è potenzialmente molto elevato.

Per quanto riguarda la domanda di mobilità, il numero degli spostamenti effettuati, rappresenta una variabile tecnica dipendente, oltre che dalla popolazione residente in quanto tale, anche dalla struttura per età, per tipo di occupazione lavorativa e per classi di reddito. I tassi di generazione generalmente riscontrati presentano comunque una ridotta variabilità da situazione a situazione, collocandosi generalmente fra i 2,5 ed i 3,0 spostamenti/abitante/giorno. Tali valori risultano, di norma, debolmente crescenti, in rapporto soprattutto all’incremento del reddito disponibile pro-capite, che tende a compensare altri fattori strutturali (come ad esempio l’invecchiamento della popolazione), i quali tenderebbero invece a far diminuire la mobilità espressa dalla popolazione. Ben più rilevanti, per quanto riguarda la Provincia, saranno invece nel breve-medio termine le variazioni attese con riferimento alla mobilità di scambio fra i grandi centri urbani (primo fra tutti Bologna) ed il resto della Provincia.

Il 57% di tutti i movimenti sono effettuati in auto, mentre il trasporto pubblico raccoglie complessivamente il 14% della mobilità, di cui solo l'1% spetta al trasporto su ferro, rivelando quindi una certa inadeguatezza rispetto alla domanda di mobilità.

MEZZO UTILIZZATO	SPOSTAMENTI
Auto	1.400.523
Gomma	304.094
Ferro	28.141
Misto	27.927
Altro	715.509

Tabella 4.69 Numero di spostamenti per mezzo utilizzato

Per quanto riguarda i soli movimenti per studio e lavoro, quelli su auto rappresentano quasi il 64% del totale.

La mobilità di scambio con Bologna, in particolare, distinta per tipologia di mezzo utilizzato è rappresentata nel grafico seguente.

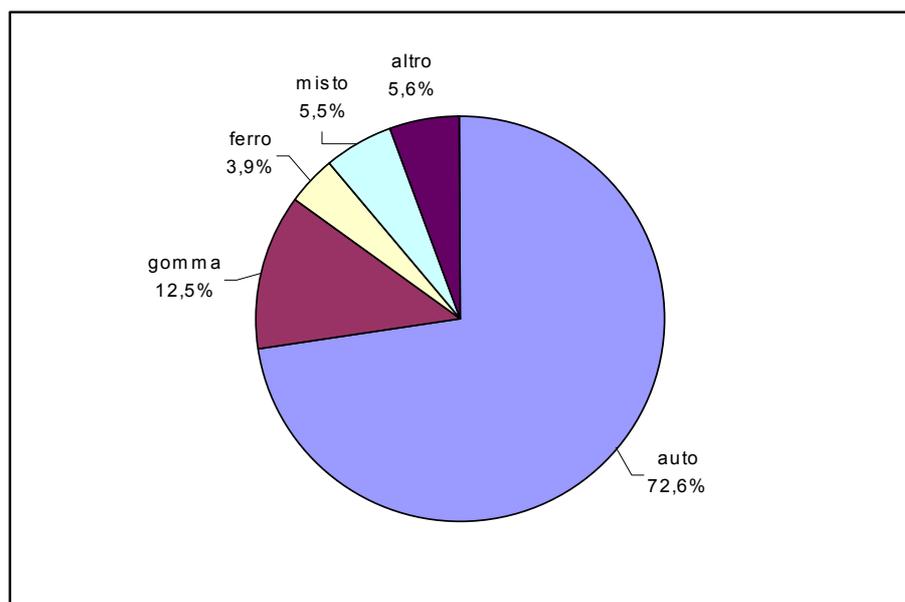


Figura 4.12 Mobilità di scambio suddivisa per tipologia di mezzo utilizzato

La debolezza del trasporto collettivo è confermata anche dall'analisi energetica che ha mostrato, per il trasporto pubblico su gomma, una riduzione dei consumi durante il periodo 1988-1998 (-18%), accompagnata da una flessione dei passeggeri trasportati (-23%), tanto che il consumo per passeggero è rimasto pressoché invariato. Anche questi aspetti possono essere messi in relazione, almeno in parte, alla diversa e nuova distribuzione insediativa nei confronti della quale il trasporto collettivo non è in grado di rispondere con efficacia, risultando inadeguato rispetto alla tipicità della domanda di mobilità.

Il processo di redistribuzione demografica può infatti comportare modifiche di carattere strutturale anche per quanto concerne la ripartizione modale dei flussi, in quanto la capacità del sistema di

trasporto collettivo di acquisire segmenti di domanda in genere, varia grandemente a seconda della zona di origine e di destinazione dello spostamento effettuato.

D'altra parte, operazioni volte a captare un'utenza dispersa sul territorio utilizzando i tradizionali mezzi di trasporto pubblico, possono rivelarsi controproducenti, da un punto di vista energetico, rispetto ai veicoli individuali, al di sotto di una quota minima di passeggeri trasportati. Si tratta di una osservazione evidente, anche se raramente avanzata in sede di programmazione dei trasporti: un mezzo che consuma più di tre volte tanto rispetto ad una autovettura diviene conveniente dal punto di vista energetico, solo se riesce a trasportare, in media, almeno quattro passeggeri.

I dati e le considerazioni precedenti, mettono chiaramente in luce l'influenza che una determinata politica insediativa può avere sia in ambito metropolitano che a livello comunale.

Se incrociamo infine, il mezzo utilizzato con i tipi di relazioni, in Provincia si può inoltre osservare come l'auto raccolga non solo la quasi totalità dei movimenti intercomunali (ad esempio tale modalità di trasporto rappresenta il 75% della modalità di scambio fra Bologna e la 1° cintura), ma, con percentuali rilevanti, anche i movimenti interni ai comuni stessi, con effetti facilmente immaginabili di eccessiva congestione dei centri urbani. Se analizziamo ad esempio le autovetture circolanti all'interno di Bologna, si può osservare come il 57% di queste vadano imputate a movimenti con origine e destinazione interni al comune.

Volendo considerare le fasce orarie di partenza degli spostamenti, il 15% del totale, pari a 602.410, avviene prima delle 9 di mattina. Il maggior numero avviene nella fascia oraria 11-16; va tenuto conto che questi spostamenti si spalmano su un intervallo temporale più esteso. I valori medi orari ad essa relativa, pari a 151.619, rappresentano infatti il 69% degli spostamenti che avvengono tra le 8 e le 9.

Orario partenza	Spostamenti
Prima delle 8	383.916
8-9	218.494
9-11	315.650
11-16	758.095
16-19	519.271
Dopo le 19	280.768

Tabella 4.70 Numero di spostamenti suddivisi per orario di partenza

Anche per quanto riguarda la mobilità di scambio con Bologna, la maggior parte degli spostamenti avviene prima delle 9 (122.000 pari a quasi il 31% del totale).

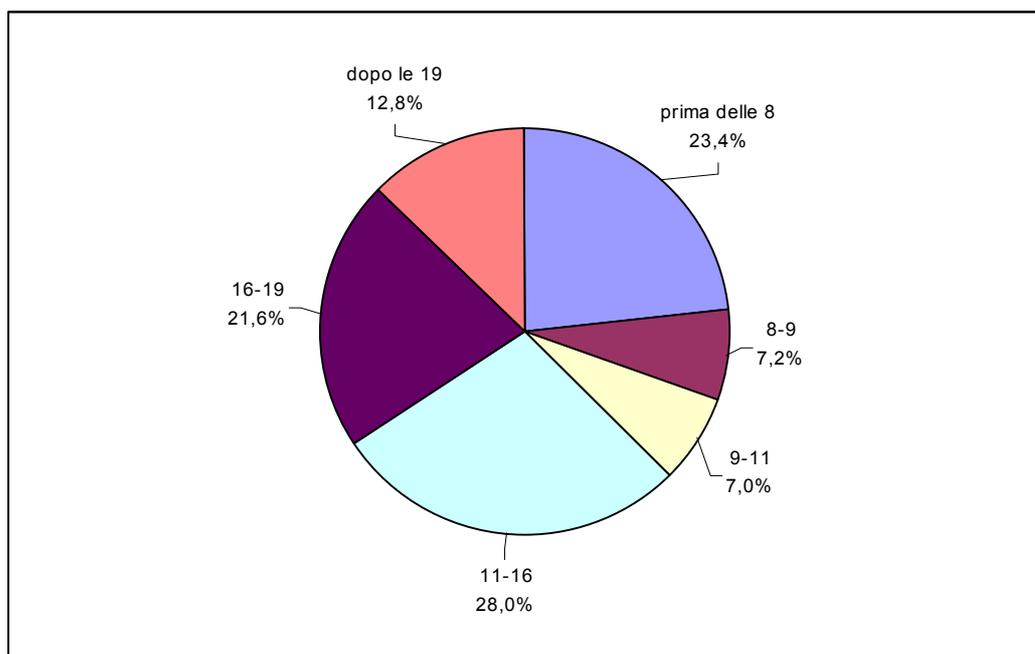


Figura 4.13 Percentuale di spostamenti suddivisi per orario di partenza

Dall'analisi effettuata sulla mobilità dell'intera provincia è emerso inoltre, che ogni giorno durante l'ora di punta passano attraverso la prima cintura, percorrendo le differenti arterie in direzione Bologna, solo il 27,8% delle autovetture percorre autostrade. Tale ripartizione appare inferiore alle aspettative se si pensa che in questi movimenti sono compresi sia quelli di scambio con zone extra provinciali che quelli di attraversamento. Tolate queste due categorie di spostamento è facile verificare che i movimenti che avvengono lungo l'autostrada si riducono ad appena il 5% del totale. L'autostrada non è quindi ancora considerata come infrastruttura conveniente per medie e brevi percorrenze nonostante il livello di servizio sia nettamente superiore a quello di qualsiasi altra strada ordinaria.

Valutando questa differenza d'uso è emerso che sulle direttrici lungo le quali i percorsi autostradali sono scarichi, le strade ordinarie principali risultano più congestionate. Di contro, le direttrici per le quali la ripartizione è più equilibrata sono percorse da strade ordinarie meno cariche.

Pertanto si può affermare che a fronte di un maggior uso dell'autostrada si riscontra minor traffico sulla rete stradale ordinaria.

Il potenziale di intervento

Sulla base delle criticità emerse dall'analisi svolta nel paragrafo precedente, il fattore energetico nel settore della mobilità in Provincia di Bologna, può essere affrontato considerando i seguenti punti:

- ✓ l'andamento dei consumi energetici da traffico autoveicolare, rapportato alla variazione dei parametri unitari, a sua volta collegato al progressivo ricambio del parco circolante;
- ✓ le strategie proposte per il sostegno alla mobilità motorizzata collettiva, più efficiente di quella individuale da un punto di vista energetico, ma spesso meno efficace in termini di servizio offerto al consumatore;
- ✓ il ruolo potenzialmente attribuibile alla mobilità non motorizzata ed alle politiche di governo della domanda;

- ✓ le problematiche relative all'andamento della domanda di trasporto e all'assetto territoriale che lo sottende.

Secondo le tendenze tuttora in atto si deve convenire sul fatto che l'innovazione tecnologica (riduzione dei consumi unitari) non sembra in grado, da sola, di conseguire nel breve e medio termine, risultati significativi sul piano globale, quali ad esempio il rispetto degli obiettivi assunti a Kyoto (riduzione del 6,5% delle emissioni di CO₂ al 2010 rispetto al dato 1990).

Appare quindi evidente che il conseguimento degli obiettivi di riduzione dei consumi di energia associati, dovrà prevedere anche una strategia integrata che combini la pianificazione dei trasporti, dell'ambiente e dello spazio, giocata innanzitutto sul controllo della domanda (*demand side measures*), oltre che sulla gestione delle infrastrutture disponibili (*supply side measures*) mirata ad ottimizzarne l'uso.

Ne segue, pertanto, che le azioni e gli interventi che in Provincia di Bologna si ritengono prioritari dovranno essere tesi a:

- ridurre la domanda di mobilità;
 - ridurre l'uso dell'auto privata e la percorrenza pro-capite;
 - redistribuire i flussi a beneficio degli itinerari più congestionati attraverso, in primo luogo, interventi infrastrutturali (parcheggi, zone a traffico limitato, ecc.) o prevedendo politiche autostradali;
 - programmare tempi ed orari per appiattire le punte di traffico;
 - ridurre i tempi di viaggio;
 - accelerare la trasformazione del parco veicoli circolanti (privati e non) verso modelli meno inquinanti (auto elettriche, a metano, ibride, catalizzate) e controllo sullo stato di manutenzione di veicoli (rumorosità ed emissioni).
- *Un punto chiave per intervenire consisterà nel predisporre gli strumenti per lo sviluppo sistemi di trasporto intermodali in cui si promuova la complementarità più che la concorrenza tra i vari modi di trasporto.*

Le esperienze passate hanno dimostrato, ad esempio, che gli investimenti nei trasporti pubblici non risolveranno i problemi, a meno che non siano accompagnati da azioni per dare la priorità al trasporto pubblico rispetto alle autovetture private.

Nello stesso modo, le restrizioni di accesso dei veicoli a determinate parti dell'area urbana e i provvedimenti per la limitazione dei parcheggi rendono necessarie misure di accompagnamento che garantiscano l'accesso con mezzi alternativi all'automobile. Le restrizioni, altrimenti, possono semplicemente avere l'effetto di trasferire le attività commerciali e i negozianti fuori di queste aree vincolate, in zone accessibili unicamente in macchina.

- *Analogamente andrà programmata la realizzazione di opere infrastrutturali quali i parcheggi di interscambio piuttosto che gli itinerari ciclabili o comunque a favore della mobilità pedonale.*

La politica della sosta è un elemento importante per il controllo del traffico, la gestione e la pianificazione del trasporto. Ecco perché è necessario operare un'integrazione tra la rete di trasporto pubblico ed il sistema di circolazione e di sosta pianificato, soprattutto in relazione alle fermate in corrispondenza dei parcheggi.

Il processo di suburbanizzazione, pur comportando una rilevante crescita della domanda di mobilità, non appare di per se stesso in contrasto con eventuali obiettivi di sostegno alla mobilità non motorizzata. Infatti, il trasferimento localizzato verso i centri minori può incrociarsi con attitudini esistenti verso la mobilità ciclabile e soprattutto pedonale all'interno delle singole

aree. Il sostegno a tali forme di mobilità, può essere ottenuto attraverso la protezione dei percorsi pedonali e, più in generale, attraverso l'introduzione di dispositivi di moderazione del traffico. Gli attraversamenti di abitati di piccole dimensioni da parte di strade a grande scorrimento rappresentano un po' ovunque una delle situazioni di maggior rischio per gli utenti, e la diffusione di tali situazioni può essere considerata una vera e propria barriera allo sviluppo della mobilità non motorizzata all'interno delle singole aree.

- *Le politiche di trasporto infrastrutturale incentrate sui sistemi a grande capacità ed in sede propria, pur essendo state pensate di grande rilevanza funzionale, richiederanno comunque la presenza di un'efficiente rete di servizi pubblici.*

In particolare, risulta essere di estrema importanza il rinnovo del parco circolante per quanto riguarda il servizio su gomma, al fine di sostituire gli autobus ormai vetusti, rumorosi, scomodi, di dimensioni inadeguate ed inquinanti con mezzi sicuri, silenziosi, accessibili, confortevoli e in grado di alle normative europee in materia di emissioni in atmosfera (Euro 2). Nell'ambito di un piano strategico che ha come fine la progressiva eliminazione almeno dai centri storici degli autobus mossi da un motore endotermico tradizionale ci si dovrà impegnare a realizzare gradualmente tale piano attraverso investimenti per nuovi mezzi e nuove tecnologie.

Il rafforzamento della posizione competitiva del servizio di autobus si prevede debba avvenire però, oltre che attraverso una serie di iniziative rivolte al rinnovo del parco autoveicoli, ad un più generale riassetto gestionale del servizio mirato a migliorarne la qualità percepita dai potenziali clienti rendendolo più competitivo rispetto all'uso del mezzo privato: ci riferiamo, per esempio, al comfort delle fermate, all'informazione all'utenza, al coordinamento telematico della flotta e all'asservimento dei semafori sulle grandi direttrici al transito dei bus⁴⁶, ecc.

Anche l'emissione di una "Carta dei Servizi (o del Cliente)" che permetta di raggiungere una maggiore chiarezza circa il servizio che ci si impegna ad offrire al Cliente può essere, se sufficientemente pubblicizzata, un ottimo strumento di sensibilizzazione.

Il raggiungimento dell'obiettivo precedente potrebbe essere sicuramente favorito dalla riorganizzazione del trasporto ferroviario del territorio metropolitano attraverso un servizio cadenzato di tipo suburbano e la creazione di un nuovo sistema di stazioni e fermate lungo le direttrici ferroviarie.

In questo ambito, in Provincia si sta sviluppando un progetto concreto di SFM che dovrebbe concludersi entro il 2007. L'obiettivo è la creazione di un sistema di trasporto pubblico su rotaia che serva per tutti gli spostamenti fra la città di Bologna e la provincia, ed in particolare per i movimenti pendolari, nonché per una parte dei movimenti interni a Bologna.

Cardine del progetto è la riorganizzazione del trasporto ferroviario metropolitano attraverso un servizio cadenzato, basato su un nuovo sistema di stazioni e fermate lungo le direttrici ferroviarie esistenti. L'attrattività del SFM deriva dalla sua totale indipendenza dal sistema stradale, che renderà più facili e rapide le entrate alla città dalla periferia e dalle zone suburbane. L'efficienza del SFM è data da una rete veloce ad alta capacità che collega in modo diretto il Capoluogo con i comuni del bacino metropolitano.

I risultati dell'applicazione di alcuni modelli di simulazione per la stima di utenza del SFM, confermati dai dati di utilizzo di questi sistemi nelle realtà dove funzionano da alcuni anni (tra cui Zurigo, Stoccarda, L'Aia, ecc.) fanno prevedere che circa il 25% dei 400.000 spostamenti/giorno di scambio Bologna-resto della provincia, possa avvenire su treno.

⁴⁶ Cfr. Appendice A: "Interventi ATC per incentivare l'uso del mezzo pubblico" elaborata da ATC, 1999.

Tale quota, sommata all'utenza su bus, porterebbe complessivamente il mezzo pubblico ad assorbire circa il 35% degli spostamenti, contro l'attuale quota del 22%. La ripartizione degli spostamenti per tipologia di mezzo utilizzato risulterebbe allora la seguente:

	Attuale	Con SFM
Auto	72,6%	60%
Bus	12,5%	10%
Treno	3,9%	12,5%
Treno+bus	5,5%	12,5%
Altro	5,6%	5%

Tabella 4.71 Stima degli spostamenti per tipologia di mezzo utilizzato, attuale ed in presenza di SFM

Ciò si equivale alla riduzione dei valori di scambio, per quanto attiene la mobilità privata, stimati nello scenario attuale in circa 2.460.787 pkm a valori dell'ordine 1.940.920 pkm, il che significherebbe un decremento, rispetto ai valori attuali, del 20% circa.

Analogamente gli spostamenti di scambio su mezzo pubblico su gomma si riducono del 7,4%, passando da 476.250 pkm a 441.022 pkm.

In termini di consumi ed emissioni si è potuta stimare una riduzione, già nello scenario tendenziale, di circa l'8% dei consumi per il solo trasporto persone e del 5,3% dei consumi complessivi di settore, corrispondente a circa 129.000 ton di CO₂-eq evitate.

Combustibili fossili risparmiati (tep/a)	39.242
Emissioni di CO ₂ evitate (ton/a)	128.781

Tabella 4.72 Consumi ed emissioni

- Nell'ambito di politiche tariffarie*, la Provincia potrebbe introdurre meccanismi di tariffazione differenziata per determinate relazioni O/D per i residenti finalizzate ad incentivare l'uso dell'autostrada anche per spostamenti di media distanza scaricando così sia la tangenziale che le principali arterie che attualmente hanno un ruolo di strade di grande scorrimento senza però averne le caratteristiche geometriche.

Analogamente andrebbero considerate forme di pricing per l'uso dell'auto privata o tariffazioni per l'accesso in specifiche aree urbane caratterizzate da fenomeni di congestione.
- Non da ultimo, la Provincia può utilmente attivare *politiche orarie*, finalizzate alla redistribuzione del traffico che attualmente si addensa intorno a determinati intervalli orari producendo fenomeni di congestione nelle ore di punta. Con questo scopo si può intervenire differenziando gli orari di apertura/chiusura degli uffici rispetto a quelli delle attività commerciali o delle attività industriali, nonché delle attività scolastiche.
- Un'interessante azione è quella di incentivare, in particolare nelle aziende o imprese, l'utilizzo di più persone nella stessa macchina (*car pooling*) e di forme di *taxi collettivi*, da sollecitare principalmente nei confronti di imprese e aziende. Questi rappresentano una risposta intermedia, in termini di flessibilità e di costi, tra le autovetture private ed il servizio di trasporto pubblico.

Analogamente, iniziative di *car-sharing* potrebbero risultare innovative ed interessanti. Si tratterebbe di un servizio di uso collettivo di un parco di autoveicoli tra un gruppo di persone che hanno aderito ad una apposita associazione. E' stato valutato che ogni automobilista che aderisce a tale servizio riduce del 30-50% i propri consumi, grazie a un utilizzo più oculato del veicolo e a un maggiore impiego dei mezzi pubblici.

Inoltre, il car sharing contribuisce notevolmente a ridurre l'impatto sul territorio e a limitare il consumo di suolo urbano: mediamente ogni veicolo condiviso sostituisce almeno 4 auto private e tale rapporto sale a 1:5 se consideriamo la crescita tendenziale nell'acquisto di vetture private.

In questi due ultimi ambiti (promozione del trasporto collettivo, politiche orarie), un ruolo fondamentale dovrà essere riconosciuto alla figura del "mobility-manager"⁴⁷. Con riferimento a ciò, la Provincia dovrebbe garantire una struttura di supporto e coordinamento fra i responsabili della mobilità aziendale che mantenga i collegamenti con le amministrazioni locali e le aziende di trasporto.

- Un intervento molto importante dovrebbe derivare, infine, dalla *riorganizzazione del traffico merci*.

Il trasporto delle merci è responsabile, in ambito urbano, di circa un terzo dei consumi e delle emissioni dovute alle attività di trasporto. Un giusto approccio al problema sarebbe quello di considerare la distribuzione delle merci come un vero e proprio servizio di trasporto collettivo, incentivando sia l'uso di corsie riservate sia il rinnovo del parco veicolare con mezzi meno ingombranti e meno inquinanti.

L'attuazione migliore per una gestione centralizzata del traffico merci fa capo ad un sistema di piattaforme logistiche coordinate alla razionalizzazione del traffico urbano.

Le piattaforme logistiche sono delle infrastrutture al servizio del trasporto merci da prevedere in aree adiacenti al centro storico e in un'ottica di rete integrata. Lo scopo di tale provvedimento è quello di regolare il sistema delle spedizioni attraverso tutti gli equipaggiamenti necessari per le operazioni di raccolta e distribuzione.

Dovranno inoltre essere specializzate per funzioni di distribuzione nell'area del centro storico.

Con circa il 63% dei consumi di carburante stimati per il settore trasporti, la mobilità motorizzata individuale resterà anche in futuro la prima componente del bilancio energetico di settore. Grandissimo rilievo acquistano dunque le variazioni attese nei parametri tecnologici e di esercizio che la caratterizzano.

- *Un altro insieme di questioni da affrontare, concerne quindi l'aspetto tecnologico, in particolare l'evoluzione dei parametri di consumo unitario attesa, in rapporto al processo di ricambio del parco veicolare circolante.*

Una riduzione significativa non risulta di facile attuazione se non tramite le scelte dei consumatori che dovrebbero spostarsi verso veicoli che privilegiano gli aspetti dell'economicità energetica rispetto a quelli di comfort e delle prestazioni in termini di potenza (il solo parametro della cilindrata è in grado di incidere per il 40% sulla riduzione complessiva dei consumi e delle emissioni)⁴⁸.

⁴⁷ Il Dlgs "Mobilità sostenibile nelle aree urbane" del marzo 1998, obbliga le imprese e gli enti pubblici con singole unità locali con più di 300 dipendenti e le imprese con complessivamente più di 800 addetti ad adottare "il piano degli spostamenti casa-lavoro, individuando a tal fine un responsabile della mobilità aziendale".

⁴⁸ Usi sostenibili dell'energia nei trasporti - Conferenza Nazionale Energia e Ambiente – Roma, 1998.

Ne segue che i principali provvedimenti, da un punto di vista puramente tecnologico, che si dovrebbero intraprendere riguardano:

- la promozione di tecnologie migliorative o alternative (veicoli elettrici e/o ibridi, celle a combustibile, biocarburanti, ecc.), in linea con i più avanzati sviluppi della ricerca tecnologica, per elevare le prestazioni energetico ambientali dei veicoli stradali ed adattarle a condizioni di circolazione urbana ed extraurbana congruenti con le regole dettate dal Codice della Strada. La Provincia può attivare, in questo ambito, apposite politiche di intervento pubblico volte, ad esempio, all'acquisto di veicoli elettrici, ibridi o a combustibili alternativi, per le flotte appartenenti agli enti pubblici (tra cui la propria), piuttosto che per i privati.
- l'incentivazione alla sostituzione dei veicoli attualmente in circolazione solo nel caso di acquisto di altri di minor consumo ed emissioni unitari⁴⁹ e puntando, oltre che sull'innovazione tecnologica dei motori, anche sul parametro cilindrata.

La distribuzione per classe d'età ha influenza, evidentemente, sulla ripartizione del parco in rapporto alle normative vigenti e previste circa i coefficienti massimi di emissione unitaria (normative ECE ed Euro). Ipotizzando un numero di nuove immatricolazioni costante, come si osserva nella figura che segue, all'orizzonte 2010 si può ipotizzare che il parco di autovetture sia composto per il 36% circa da veicoli a norma Euro III (in vigore dal 2000), per il 25% da veicoli a norma Euro I, per il 20% da veicoli a norma Euro II, per il 10% da veicoli a norma ECE-04, e per il 7% da veicoli a norma Euro IV (in vigore dal 2005).

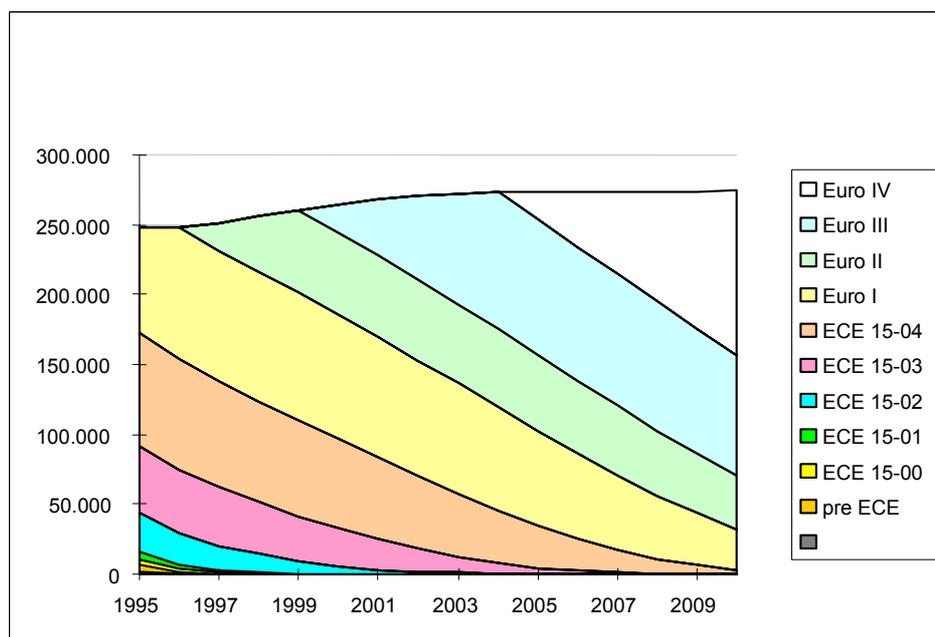


Figura 4.14 Parco veicolare circolante-stima della distribuzione per classi ECE

⁴⁹ La recente campagna di rottamazione, mentre ha prodotto significativi vantaggi dal punto di vista dell'inquinamento da gas tossici e nocivi, non ha portato ad una riduzione apprezzabile dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂ essenzialmente a causa della tendenza ad acquistare auto di maggior cilindrata rispetto alle vecchie.

L'evoluzione del parco circolante può essere messa in relazione, evidentemente, anche con i parametri di consumo unitario nelle diverse condizioni di marcia.

L'evoluzione attesa del fatto di consumo unitario delle autovetture dipende quanto meno da due fattori:

- l'andamento dei fattori di consumo a parità di dimensione del veicolo;
- la distribuzione del parco circolante per classe di cilindrata.

Negli ultimi anni, questi due fattori hanno fatto registrare tendenze per molti versi contrastanti. I coefficienti di consumo unitario a parità di dimensione hanno fatto registrare infatti una costante tendenza alla riduzione, con l'importante eccezione dei veicoli di media cilindrata immatricolati negli ultimi 5-10 anni, per i quali si registra un sensibile incremento⁵⁰. Per converso, la distribuzione dimensionale del parco registra una quota crescente dei veicoli di media cilindrata, a scapito della quota dei veicoli di piccola cilindrata.

Ai fini di valutare l'evoluzione media dei consumi unitari del parco, si è assunto che l'andamento delle classi dimensionali nel periodo 1995-2010 sia conforme a quello, assai uniforme, registrato tra il 1988 ed il 1999. Come si osserva nella figura seguente, ciò equivale ad ipotizzare che, al termine del periodo considerato, il parco si componga in quote sostanzialmente identiche di veicoli a piccola ed a media cilindrata.

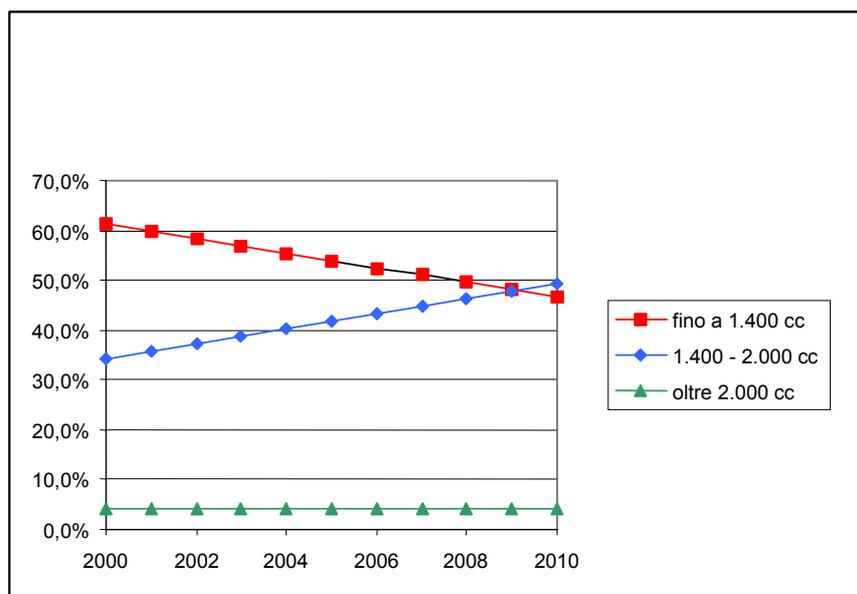


Figura 4.15 Stima della ripartizione delle autovetture circolanti per cilindrata

La seconda ipotesi riguarda l'andamento dei consumi unitari a parità di dimensione del veicolo. A tale proposito, si è assunto che:

- i consumi unitari dei veicoli a norma Euro II risultino inferiori, per ciascuna categoria dimensionale, del 5% a quelli dei veicoli a norma Euro I;
- i consumi unitari dei veicoli a norma Euro III risultino inferiori, per ciascuna categoria dimensionale, del 10% a quelli dei veicoli a norma Euro I;

⁵⁰ Tale incremento è dovuto essenzialmente alla generalizzazione sui veicoli di media cilindrata di dispositivi "energivori" prima disponibili solo in veicoli di fascia elevata (condizionatore), nonché alla tendenza verso la motorizzazione dei veicoli di fascia alta con propulsori turbocompressi, ma inferiori ai 2.000 cc. (quest'ultimo aspetto spiega anche la costanza della quota dei veicoli al di sopra dei 2.000 cc).

- i consumi unitari dei veicoli a norma Euro IV risultino inferiori, per ciascuna categoria dimensionale, del 15% a quelli dei veicoli a norma Euro I;

La figura che segue fa riferimento, a titolo esemplificativo, ai valori relativi alla marcia di veicoli a benzina a 40 km/h. Come si osserva:

- i consumi unitari dei veicoli di piccola cilindrata presentano una costante tendenza al decremento, passando da circa 52 a circa 48 g/vkm;
- i consumi unitari dei veicoli di media cilindrata si mantengono sostanzialmente costanti, intorno ai 60 g/vkm⁵¹;
- i consumi unitari dei veicoli di grande cilindrata decrescono da circa 72 a circa 66 g/vkm.

I coefficienti unitari medi, calcolati tenendo conto della variazione del peso relativo di ciascuna classe dimensionale, tendono a compensare il decremento dei valori unitari dei veicoli di piccola cilindrata con l'aumento della dimensione media del parco, e risultano solo leggermente decrescenti, passando da circa 56 a circa 55 g/vkm, con una riduzione media dell'ordine del 2% in dieci anni, valore questo che può essere assunto quale stima del potenziale tecnico associato all'innovazione tecnologica del parco circolante, in assenza di provvedimenti ricollegati al *downsizing* delle potenze installate.

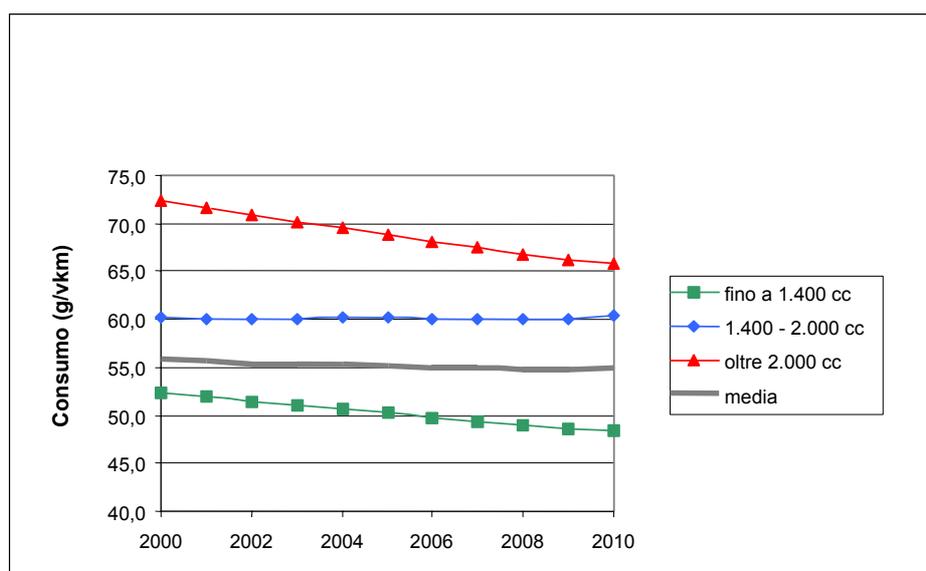


Figura 4.16 Evoluzione attesa dei consumi unitari medi a 40 km/h

Per quanto attiene invece ai coefficienti di consumo unitari, è possibile ipotizzare qualche intervento volto a contenere la tendenza all'evoluzione del parco veicolare locale verso le medie ed alte cilindrata. Ad esempio, è possibile ipotizzare di introdurre, contestualmente ai meccanismi di monitoraggio della manutenzione dei veicoli (bollino blu), forme di certificazione dell'efficienza energetica dei veicoli, che consentano di selezionare opportunamente i flussi in accesso al centro urbano (ad esempio, imponendo tariffe di sosta più elevate ai veicoli che non riportano la certificazione di efficienza). Il potenziale di risparmio ricollegabile a tali interventi può essere approssimativamente stimato in un ulteriore 2% dei consumi totali stimati. Si tratta di un risultato di non poco conto, laddove si consideri che esso implica un

⁵¹ Ciò si verifica in quanto le riduzioni dovute alla radiazione di veicoli di età elevata ed all'ingresso di veicoli caratterizzati da consumi unitari ridotti sono compensate dagli incrementi generati dalla maggiore incidenza sul complesso del parco dei veicoli a norma Euro I.

sostanziale rallentamento nella tendenza all'incremento della cilindrata media del parco: come si osserva nella figura seguente, la riduzione dei consumi energetici medi unitari indicata si associa ad uno scenario 2010 caratterizzato per il 55% di veicoli di piccola cilindrata e solo poco più del 40% di veicoli di media cilindrata.

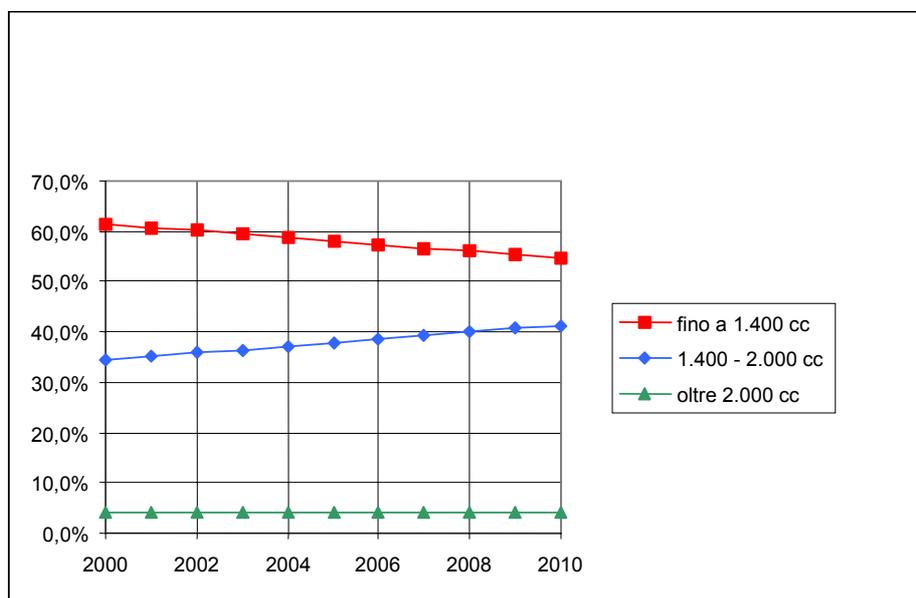


Figura 4.17 Andamento della ripartizione delle autovetture circolanti per cilindrata-Scenario Obiettivo

I due interventi ipotizzati portano, nel complesso, i seguenti effetti in termini di nuovi consumi ed emissioni, nello scenario riduzione al 2010:

Combustibili fossili risparmiati (tep/a)	18.473
Emissioni di CO ₂ evitate (ton/a)	60.619

Tabella 4.73 Consumi ed emissioni

Ciò equivale ad una riduzione del 2,5% dei consumi complessivi di settore e del 2,4% delle emissioni.

L'integrazione fra politica dei trasporti e politica localizzativa è tradizionalmente un tema complesso e di difficile implementazione. Tuttavia, la complessità delle questioni relative al risparmio energetico nel settore dei trasporti impone, anche in un caso relativamente virtuoso come quello della Provincia di Bologna, qualche approfondimento al riguardo.

Come esposto nel paragrafo precedente, il processo di redistribuzione demografica registrato in Provincia di Bologna nell'ultimo decennio, favorendo una maggiore dispersione relativa tra attrattori e generatori di mobilità, ha generato una domanda di mobilità in continua crescita e molto dispersa, comportando modifiche di carattere strutturale anche per quanto concerne la ripartizione modale dei flussi, in quanto la capacità del sistema di trasporto collettivo di acquisire segmenti di domanda varia grandemente a seconda della zona di origine e destinazione dello spostamento effettuato.

- Sulla base di queste considerazioni, si conferma la necessità di attivare interventi di governo della domanda, che siano in grado di orientare il fenomeno della dispersione sopracitato, verso

zone che possono in qualche modo porsi lungo le principali direttrici ben servite dal trasporto collettivo.

A questo proposito occorre evidenziare però che spesso le tradizionali forme di pianificazione territoriale si siano dimostrate inefficaci per governare processi rilocalizzativi che sono alla base degli attuali tassi di incremento della domanda di mobilità.

Per contro:

- interventi di gestione della mobilità individuale e collettiva presentano rilevanti potenzialità in termini di rilocalizzazione delle attività nel territorio;
- le esigenze di efficienza, non solo energetica, del sistema della mobilità, rendono opportuna una migliore integrazione con le politiche dei trasporti, delle scelte localizzative, anche su base volontaristica.

In linea di principio, si può ipotizzare di conseguire una riduzione della domanda di mobilità:

- attraverso un contenimento della crescita della mobilità di scambio;
- attraverso un controllo della redistribuzione della popolazione all'interno del territorio.

Si tratta, di obiettivi di non poco conto, che appaiono di per se stessi ben difficilmente conseguibili nel breve-medio periodo, soprattutto se assunti singolarmente. E' possibile però immaginare politiche basate sul ricorso ad un opportuno *mix* di misure, tali da garantire nel loro insieme la riduzione dei consumi desiderata.

In questo senso, le strategie di governo della domanda di trasporto possono assumere le politiche urbanistiche e insediative come *misure complementari* agli interventi sul sistema, necessarie a rendere possibili ed accettabili tali misure. Per esempio, l'introduzione di forme di *pricing* per l'uso dell'autovettura individuale, spesso richiamato quale misura capace di determinare una piena copertura dei costi esterni del trasporto stradale, si connota anche per effetti di tipo economico che ne ostacolano spesso l'introduzione. Introdurre forme di pricing in connessione a politiche territoriali volte ad aggregare la domanda di trasporto su poche direttrici ben servite da sistemi di trasporto collettivo (utilizzando gli introiti del pricing per realizzare tali sistemi) può risultare utile a non trasformare l'intervento sul sistema della mobilità in un meccanismo privo di effettive ricadute in termini fisici ed ambientali.

A tale proposito è possibile forse pensare di poter indirizzare il processo di suburbanizzazione verso un insieme limitato di localizzazioni preferenziali, collocate ad esempio presso le nuove fermate ferroviarie o le linee di forza del trasporto collettivo su gomma, e di sostenere tale intervento introducendo forme di "pedaggio urbano" ai diversi punti di ingresso in città.

Come già accennato, a fronte di una dispersione delle zone di insediamento residenziale, si riscontra un accentramento di varie attività economiche su pochi poli e in particolare sul capoluogo. Sarebbe quindi auspicabile incentivare lo sviluppo di nuovi poli d'attrazione alternativi.

Nell'ambito delle linee di intervento sin qui esposte, rientrano necessariamente anche azioni di informazione e sensibilizzazione, per un reindirizzamento dei comportamenti individuali. In tal senso la Provincia dovrà impegnarsi nell'organizzazione di campagne su larga scala, così come proposto per altri settori.

4.3.2 Riepilogo dei risultati

Solo per alcuni degli interventi proposti nel paragrafo precedente, è stato possibile quantificare gli effetti in termini di variazione dei consumi energetici e delle emissioni.

Per la costruzione degli scenari al 2010 del settore si è infatti considerato esclusivamente lo sviluppo del Servizio Ferroviario Metropolitano e sono state valutate ipotesi di certificazione energetica degli autoveicoli in modo da incentivare l'uso dei mezzi più efficienti.

Con questi interventi si è ipotizzato lo scenario tendenziale e di riduzione. Si tenga presente che, nello scenario tendenziale, non è stato possibile, per mancanza di informazioni dettagliate, introdurre considerazioni riguardo gli effetti del futuro sviluppo demografico ed insediativo previsto in Provincia sulla domanda di mobilità. Ne segue che, i consumi e le emissioni in tale scenario, potrebbero risultare sottostimati.

Il "Nuovo Piano Generale dei Trasporti e della Logistica" (Luglio 2000) pone per il settore dei trasporti, come obiettivo al 2010, la stabilizzazione delle emissioni di CO₂ e, approssimativamente, dei consumi ai livelli del 1990. Per la Provincia di Bologna si tratterebbe di un obiettivo di non poco conto, ben difficilmente conseguibile nel breve-medio termine (implicherebbe infatti una riduzione di consumi ed emissioni di circa il 14% rispetto ai valori attuali).

Assumeremo pertanto di costruire lo scenario potenziale su tali ipotesi.

In base alle caratteristiche dei differenti scenari e partendo dal bilancio energetico redatto per il 1999, si sono ricavati i consumi corrispondenti agli scenari definiti. Questi consumi sono presentati in forma aggregata nella tabella seguente, in cui si riportano anche i valori al 1990, assunto come anno di riferimento.

	1990	Attuale	BAU	Obiettivo	Potenziale
Consumi (tep)	635.683	739.922	700.679	683.759	635.683
Variazione su attuale			-39.243	-56.163	-104.239
Variazione su attuale (%)			-5,3	-7,6	-14,1
Variazione su 1990		104.239	64.996	48.076	0
Variazione su 1990 (%)		16,4	10,2	7,6	0,0

Tabella 4.74 Riassunto dei consumi-Situazione al 1990, Stato attuale, Scenari BAU, Obiettivo, Potenziale

Gli incentivi proposti consentono di ridurre i consumi rispetto allo scenario attuale, rimanendo comunque ben al di sopra al valore del 1990.

A fronte di un decremento tendenziale del 5,2%, rispetto al dato 1999, lo scenario potenziale prevede una riduzione delle emissioni di circa il 15%. Lo scenario di riduzione si pone ad un livello intermedio, con una decremento dei consumi rispetto al medesimo anno del 7,4%.

Il confronto con il 1990, evidenzia, invece, un generale incremento. Ancora nello scenario riduzione le emissioni risultano di quasi 10 punti percentuali superiori ai valori di riferimento.

	1990	Attuale	BAU	Obiettivo	Potenziale
Emissioni (ton)	2.098.957	2.482.126	2.353.345	2.297.821	2.098.957
Variazione su attuale			-128.781	-184.305	-383.169
Variazione su attuale (%)			-5,2	-7,4	-15,4
Variazione su 1990		383.169	254.388	198.864	0
Variazione su 1990 (%)		18,3	12,1	9,5	0,0

Tabella 4.75 Riassunto delle emissioni-Situazione al 1990, Stato attuale, Scenari BAU, Obiettivo, Potenziale

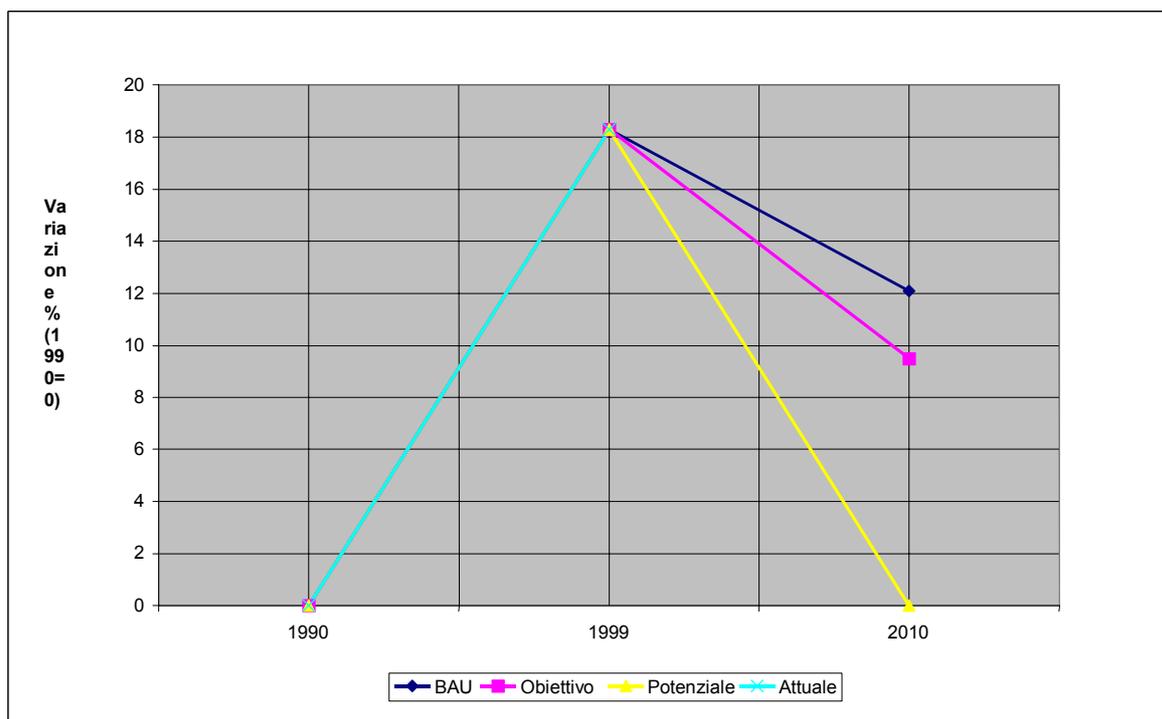


Figura 4.18 Emissioni-variazione % anni 1990, 1999, 2010

4.3.3 Indicazioni e politiche di sviluppo

In termini generali, ai parametri operativi proposti corrispondono tre grandi aree di intervento, non necessariamente interne al settore:

- la ripartizione modale ed il livello di occupazione dei diversi mezzi sono riconducibili infatti ad opzioni direttamente afferenti la politica dei trasporti da un lato, e la gestione del traffico urbano dall'altro esplicitata in entrambi i casi nei Piani Urbani del Traffico o comunque nei piani specifici di settore;
- quanto alle emissioni unitarie, queste dipendono sia dai parametri più propriamente tecnologici (normative UE) che dalle condizioni di deflusso (e dunque dalle politiche di gestione della mobilità);
- il governo della mobilità infine, (ed in particolare della mobilità obbligata) è riconducibile quasi esclusivamente ad opzioni afferenti i più generali temi della gestione del territorio (pianificazione urbanistica e socio-economica).

E' evidente che le indicazioni sino ad ora esposte devono trovare la loro giusta collocazione primariamente all'interno dei Piani settoriali attualmente previsti dalla normativa, in particolare PGT, PRIT e i Piani Urbani del traffico.

Il PRIT (Piano Regionale Integrato dei Trasporti) dell'Emilia Romagna, è stato approvato definitivamente nel dicembre 1999.

Il Piano, il cui orizzonte temporale è fissato al 2010, rappresenta il principale strumento di pianificazione dei trasporti attraverso cui la Regione persegue gli obiettivi di un razionale e funzionale utilizzo del proprio territorio, assicurandone accessibilità e fruibilità, nell'ambito delle indicazioni stabilite a livello europeo e nazionale.

Da sottolineare l'importanza del fatto che nel PRIT, la Regione assume come prioritaria la necessità di una più concreta interlocuzione e concertazione con gli enti sottordinati (province e comuni), facendo proprie le indicazioni emerse a livello internazionale, sull'importanza del ruolo giocato dalle politiche locali nel raggiungimento degli obiettivi di Kyoto, anticipando quindi le indicazioni del PGT.

Un Piano Regionale non può ovviamente occuparsi direttamente del governo della mobilità comunale o sovracomunale; esso può tuttavia individuare gli strumenti tecnici e normativi o eventualmente adottare interventi di esplicito sostegno finanziario agli interventi che si dimostrassero più efficaci.

L'insieme dei contenuti espressi dagli elaborati del PRIT costituiranno, secondo i casi, indirizzo o direttiva per i PTCP. La Provincia sarà quindi tenuta ad adeguare i propri piani di coordinamento alle disposizioni del PRIT. I comuni, da parte loro, saranno invece tenuti ad adeguare la propria strumentazione urbanistica alle previsioni del PRIT in riferimento ad opere pubbliche od interesse pubblico, in conformità a quanto stabilito dai Piani territoriali di coordinamento delle Province di appartenenza.

In sostanza la Regione assume il ruolo di indirizzo generale per la pianificazione urbana del traffico, affidando alle Province il compito di garantire il coordinamento fra i diversi piani e di operare i necessari raccordi tra questi e gli strumenti urbanistici di scala comunale e sovracomunale.

Appare dunque chiaro il fondamentale ruolo assegnato alla Provincia, perfettamente inserito nello spirito della legge di riforma delle autonomie locali, che ne riconosce il compito di programmazione territoriale e, più specificamente, di coordinamento degli interventi nel settore viabilità e trasporti.

In questo quadro di riconoscimento alla Provincia di un ruolo di centralità, si vanno ad inserire, a pieno titolo, le indicazioni contenute nel PGT che attribuiscono particolare rilevanza al ruolo dei comuni od agli aggregati di comuni lasciando ampia libertà nella scelta delle soluzioni di intervento infrastrutturale, tecnologico, gestionale ed organizzativo, valutando invece il miglioramento raggiunto nei livelli di servizio del sistema dei trasporti nelle singole realtà locali, riservando allo stato il ruolo di cofinanziatore degli interventi.

Lo strumento attraverso il quale, secondo il PGT, le amministrazioni locali definiscono il mix di interventi più appropriato ed il governo centrale valuterà opportunità ed entità del proprio intervento finanziario, è individuato nel Piano Urbano della Mobilità (PUM).

Il PUM diventa quindi lo strumento necessario per la richiesta di finanziamenti allo stato per interventi atti a conseguire gli obiettivi di mobilità generali previsti dal PGT e dalla normativa generale di riferimento, oltre a quelli specifici decisi dalle amministrazioni locali.

Il PGT prevede che debbano presentare il PUM, per accedere al cofinanziamento pubblico delle opere e delle politiche locali, gli agglomerati urbani che superano la soglia di 100.000 abitanti:

- singoli Comuni con popolazione superiore a 100.000 abitanti;
- aggregazione di Comuni limitrofi con complessivamente più di 100.000 abitanti;

- Province aggreganti Comuni limitrofi con popolazione complessiva superiore a 100.000 abitanti, d'intesa con i Comuni interessati.

Esso si delinea come progetto generale del sistema di trasporto di un'area urbana; è un insieme coerente di decisioni che riguardano sia gli investimenti che le scelte organizzative e gestionali in grado di orientare lo sviluppo della mobilità, da attuarsi per fasi in un arco temporale medio-lungo (10 anni).

Il Piano si fonda sull'idea di un processo di pianificazione integrato fra l'assetto del territorio ed il sistema dei trasporti, volto alla realizzazione di un sistema della mobilità più equilibrato ed efficiente.

Il PUM, assecondando le più recenti tendenze della pianificazione, fornisce l'opportunità alle Amministrazioni Locali, e quindi anche alla Provincia, di superare l'incongruente separazione fra la programmazione dei trasporti e le politiche di gestione del territorio e di progettare un piano che coordini le azioni di settore in un più ampio quadro di strategie, di obiettivi e priorità che investono non solo l'assetto della mobilità, ma necessariamente anche il governo delle aree urbane ed il loro sviluppo.

I principali obiettivi da perseguire mediante la realizzazione delle opere previste nei PUM sono:

- il soddisfacimento e lo sviluppo dei fabbisogni di mobilità;
- il risanamento ambientale;
- la sicurezza del trasporto;
- la qualità del servizio;
- il risanamento economico delle aziende di trasporto.

Con il risanamento ambientale si intende diminuire, almeno entro i limiti previsti dagli accordi internazionali sottoscritti, l'inquinamento atmosferico (CO₂, NO_x, benzene) e migliorare la qualità e la vivibilità dell'ambiente fisico e urbano.

Tra gli obiettivi diretti ricade quindi anche il raggiungimento degli obiettivi di Kyoto, ricalcando la concomitanza di obiettivi con lo strumento di pianificazione energetica.

Incrementare la qualità del servizio significa fornire un livello di servizio soddisfacente alla mobilità interna al territorio in esame e nei suoi collegamenti esterni.

Più in particolare si intende:

- ridurre al minimo (compatibilmente con gli obiettivi legati alla sicurezza) i tempi tra le diverse coppie O./D. per tutti i sistemi di trasporto, ognuno da utilizzarsi nel suo campo di funzionamento tecnico-economico ottimale;
- aumentare l'integrazione tra tutti i modi di trasporto sia individuali (auto, moto, cicli) che collettivi (ferrovie dello stato, ferrovie concesse, metropolitana, tram, bus, taxi, ecc.), considerando l'intero sistema come una rete multimodale;
- integrare la tariffazione del trasporto collettivo e il *pricing* del trasporto individuale, sempre con l'obiettivo di incentivare l'impiego di ciascun modo in modo ottimale.

In tale contesto, ne segue che il PUM dovrà correlarsi primariamente con i piani di gestione e regolazione del traffico (PUT).

Nel campo della pianificazione settoriale, PUM e PUT sono fortemente interagenti, ma diversi negli obiettivi e nel livello di azione. Il primo è, infatti, un piano strategico i cui effetti si sviluppano in un arco temporale di 10 anni e che quindi prevede un quadro di medio-lungo termine in cui si affrontano problemi la cui soluzione può richiedere sia interventi di razionalizzazione che

investimenti infrastrutturali. Il PUT è invece un piano tattico di breve periodo, da rinnovarsi ogni due anni, che organizza al meglio il funzionamento e la gestione della rete infrastrutturale esistente.

Il PUM può prevedere un ampliamento delle risorse infrastrutturali di un'area urbana e quindi ridisegnare l'offerta di trasporto privato e collettivo in una strategia di ampio raggio. Un punto di partenza per l'elaborazione di questo piano può risultare, allora, proprio l'analisi dei punti critici del sistema che sono emersi, ma che non è stato possibile affrontare con un piano organizzativo come il PUT. I due strumenti pianificatori sono dunque sinergici e complementari; essi hanno infatti obiettivi comuni, ma agiscono su livelli diversi con risorse non paragonabili.

L'integrazione fra i due strumenti appare quindi, per la Provincia, la migliore strategia di pianificazione dei trasporti e di conseguenza di pianificazione energetica del settore.

Nel caso dello strumento del PUM si richiede, all'atto della presentazione, una approfondita analisi di tutte le possibili fonti utilizzabili per la copertura dei costi, sia per il finanziamento degli investimenti che per la gestione del sistema previsto. In particolare, le principali fonti di copertura possono essere così sintetizzate:

- per il finanziamento degli investimenti:
 - le risorse ordinarie esterne (finanziamento statale),
 - le risorse straordinarie per investimenti (cofinanziamento U.E. o da bilancio degli Enti Locali),
 - la capacità interna del sistema di autofinanziare gli investimenti;
- per il finanziamento della gestione:
 - le risorse esterne (incentivi ministeriali),
 - i rientri tariffari da trasporto pubblico e dal *pricing* delle strade (*road e park pricing*),
 - i risparmi da recupero di produttività aziendale,
 - i tributi locali.

Il processo di attuazione del piano è un'attività fondamentale per la sua realizzazione, a tal fine l'amministrazione richiedente deve dotarsi di un Ufficio di Piano.

Tale struttura è indispensabile per garantire capacità decisionale, non solo sulle scelte strategiche contenute nel PUM, ma anche per gestirne l'attuazione.

Occorrerà, infatti, controllare il flussi di finanziamento, la realizzazione delle opere, l'analisi di eventuali varianti, la scelta dei programmi di esercizio e di gestione del traffico privato, ecc.

Anche il raggiungimento degli obiettivi gestionali deve essere perseguito e costantemente monitorato, ed in tal senso la presenza di una struttura amministrativa specifica, dotata e capace di usare sistemi informativi, strumenti telematici e modelli di simulazione, è assolutamente necessaria. Questa scelta è infine coerente con l'attivazione *delle agenzie locali per la mobilità*, previste dalla legislazione regionale di attuazione della riforma del trasporto locale, ed in corso di realizzazione in diverse situazioni locali.

Dal contesto generale esposto, appare chiaro che gli strumenti di pianificazione di settore ed in particolare il PUM, dovranno comunque correlarsi strettamente anche agli strumenti di pianificazione ed assetto del territorio: PTCP, PRG, al PRUSST. In particolare dovranno essere

coerenti con le logiche di quest'ultimo, che è uno strumento di pianificazione integrata che concepisce gli interventi sul territorio proprio in una logica di sistema.

Al di là delle politiche propriamente di settore, infatti, appare chiaro che in ogni caso, le linee di intervento orientate a "comprimere" la domanda di mobilità o a ridurre la distanza media percorsa negli spostamenti urbani saranno anche da ricondurre a quei settori di governo del territorio urbano che, direttamente o indirettamente, determinano il bisogno di mobilità della popolazione.

Si tratta dunque di introdurre fra i criteri di pianificazione del territorio urbano e metropolitano la considerazione degli effetti indotti, dalle opzioni di sviluppo e di riqualificazione, sulla domanda di mobilità.

5 Quadro riassuntivo

Dopo aver esaminato singolarmente l'andamento dei consumi e delle emissioni per i singoli settori, in funzione delle varie azioni previste in termini di risparmio, verranno aggregati, in quest'ultimo capitolo, i risultati ottenuti ed integrati con le ipotesi di intervento in termini di sfruttamento di fonti rinnovabili, per poter ricostruire un quadro complessivo.

A titolo riassuntivo si riportano, nella tabella seguente, i risultati previsti negli scenari ipotizzati con riferimento alla situazione attuale ed al 1990.

	1990	Attuale	BAU	Obiettivo
Usi Civili				
Usi finali termici	727.102	769.750	805.474	752.582
Usi finali elettrici	146.897	195.840	219.533	200.641
TOTALE	873.999	965.590	1.025.007	953.223
Att. Produttive				
Usi finali termici ⁵²	419.062	391.951	414.267	374.528
Usi finali elettrici	135.493	168.199	176.467	170.346
TOTALE	554.555	560.150	590.734	544.874
Trasporti	635.683	739.922	700.679	683.759
TOTALE	2.064.237	2.265.662	2.316.420	2.181.856

Tabella 5.1 Consumi-Situazione al 1990, Stato attuale, Scenari BAU, Obiettivo

	1990	Attuale	BAU	Obiettivo
Usi Civili				
Usi finali termici	2.095.227	2.188.289	2.289.699	2.129.885
Usi finali elettrici	1.134.563	1.299.765	1.458.633	1.333.433
TOTALE	3.229.790	3.488.054	3.748.332	3.463.318
Att. Produttive				
Usi finali termici	1.271.073	1.137.283	1.201.514	1.074.926
Usi finali elettrici	941.777	986.466	1.034.958	999.059
TOTALE	2.212.850	2.123.748	2.236.472	2.073.986
Trasporti	2.098.957	2.482.126	2.353.345	2.297.821
TOTALE	7.541.597	8.093.928	8.338.149	7.835.125

Tabella 5.2 Emissioni-Situazione al 1990, Stato attuale, Scenari BAU, Obiettivo

⁵² Si intendono comprensivi anche dei consumi di gasolio agricolo per autotrazione.

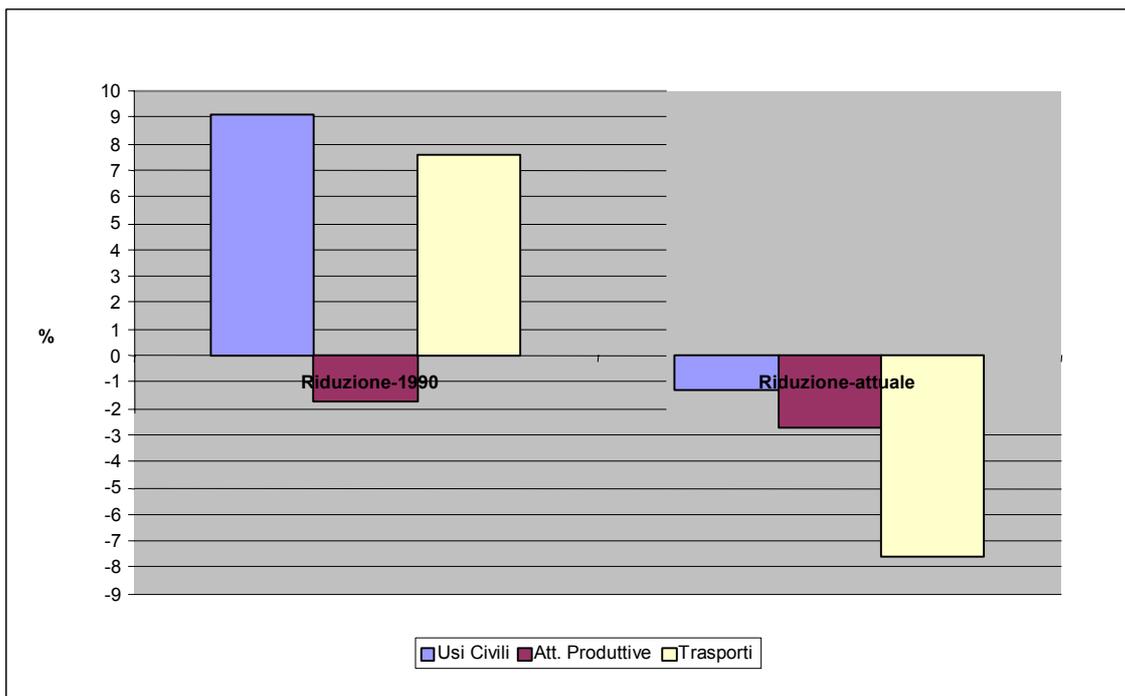


Figura 5.1 Variazione dei consumi nei vari settori-Situazione al 1990, Stato attuale

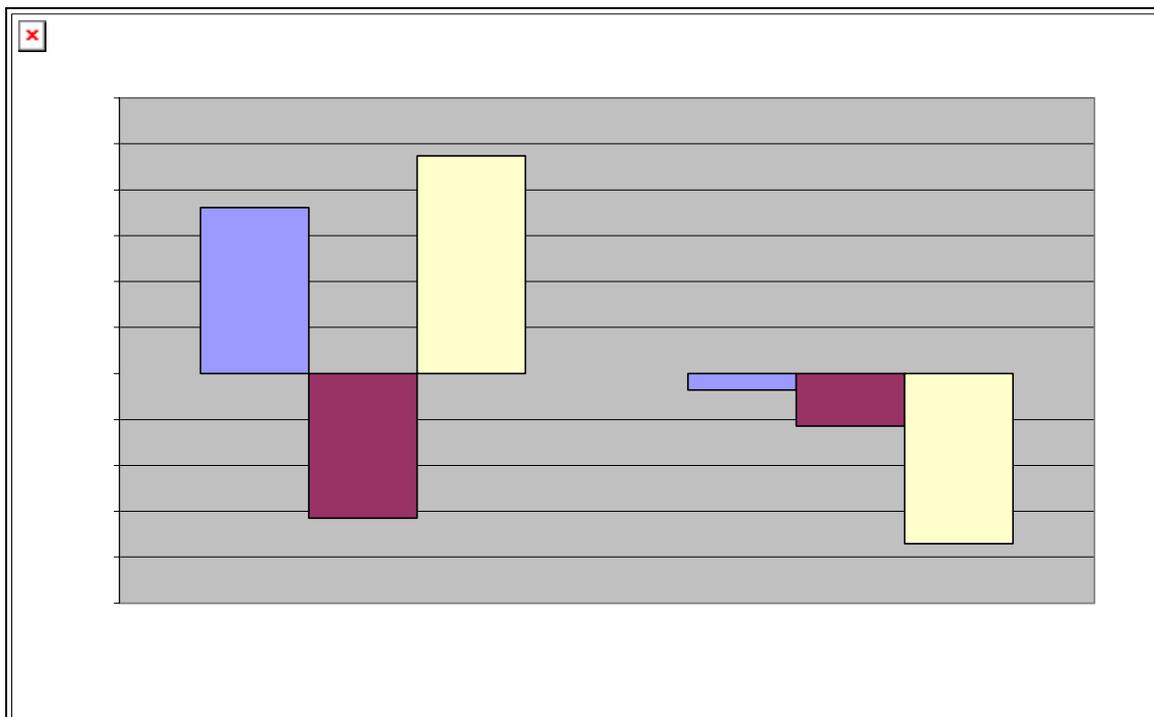


Figura 5.2 Variazione dei consumi nei vari settori

Dalle tabelle e dai grafici precedenti risulta evidente il quadro energetico, che si prospetta al 2010 per la provincia di Bologna.

Infatti, la riduzione dei consumi rispetto alla situazione attuale, ottenibile attraverso l'attivazione di azioni di efficientizzazione mirate nei differenti settori, risulta pari a 83.806 tep (-3,7%), quella delle emissioni pari a 258.803 ton circa (-3,2%).

Rispetto ai valori al 1990, si assiste invece ad un incremento sia per i consumi che per le emissioni (+5,7% e +3,9% rispettivamente).

	1990	Attuale	BAU	Obiettivo
Consumi (tep)	2.064.237	2.265.662	2.316.420	2.181.856
Variatione su attuale (tep)			50.758	-83.806
Variatione su attuale (%)			2,2	-3,7
Variatione su 1990 (tep)		201.425	252.183	117.619
Variatione su 1990 (%)		9,8	12,2	5,7

Tabella 5.3 Variazione dei consumi-Situazione al 1990, Stato attuale, Scenari BAU, Obiettivo

	1990	Attuale	BAU	Obiettivo
Emissioni (ton)	7.541.597	8.093.928	8.338.149	7.835.125
Variatione su attuale (ton)			244.221	-258.803
Variatione su attuale (%)			3,0	-3,2
Variatione su 1990 (ton)		552.331	796.552	293.528
Variatione su 1990 (%)		7,3	10,6	3,9

Tabella 5.4 Variazione delle emissioni-Situazione al 1990, Stato attuale, Scenari BAU, Obiettivo

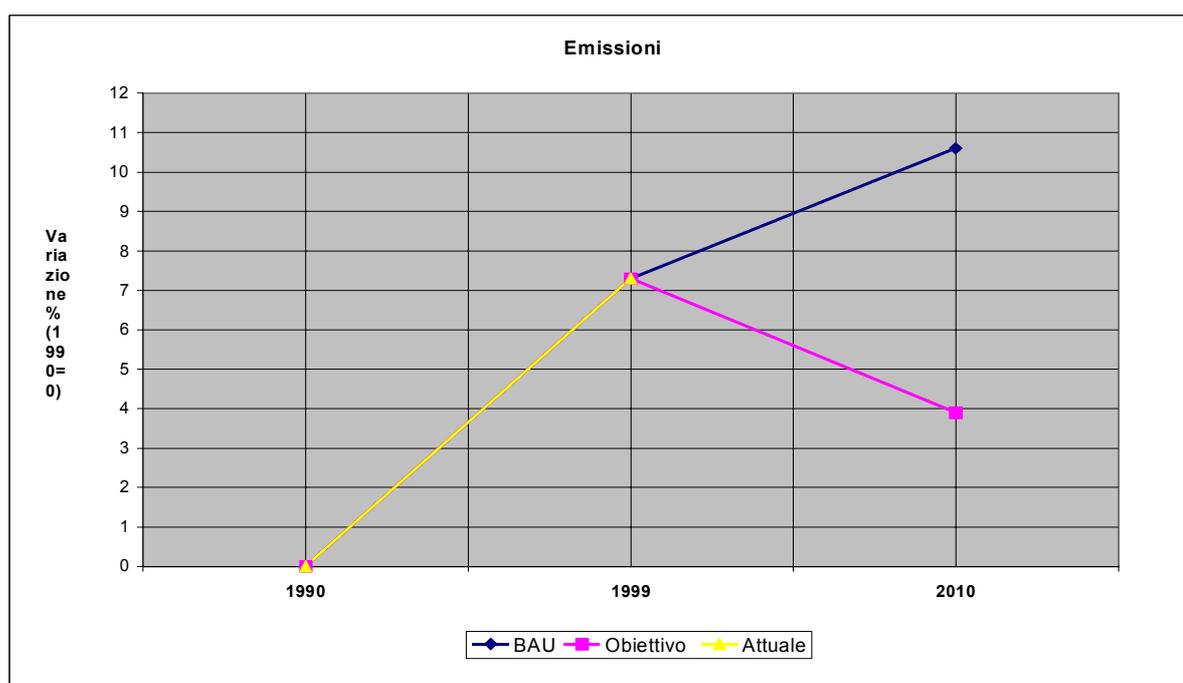


Figura 5.3 Variazione delle emissioni-Situazione al 1990, Stato attuale, Scenari BAU, Obiettivo

Per la definizione del quadro completo dei consumi e delle emissioni nei differenti scenari ipotizzati, andrà poi considerato il contributo dallo sfruttamento delle fonti rinnovabili disponibili su scala locale, così come esposto nei capitoli corrispondenti.

A tal proposito, di seguito riportiamo un quadro di sintesi, riferito sia ai combustibili fossili risparmiati che alle emissioni di CO₂ evitate.

	Combustibili fossili risparmiati (tep/a)	Emissioni di CO₂ evitate (ton/a)
Fonte eolica	27.520	63.625
Fonte solare termica*	1.060	2.464
Fonte solare fotovoltaica	1.277	2.952
Biomassa legnosa	2.752	7.847
Biomassa agricola	64.080	86.842
TOTALE	96.689	163.730

* Per quanto attiene a tale fonte, il suo contributo è già stato quantificato negli scenari relativi al settore residenziale

Tabella 5.5 Consumi ed emissioni evitate grazie alle FER

I nuovi valori delle emissioni sono riassunti nella tabella seguente. Si nota chiaramente una più consistente riduzione rispetto allo scenario attuale (-5,2%) e una tendenza al riallineamento ai valori al 1990 (+1,8%).

	1990	Attuale	BAU	Obiettivo
Emissioni (ton)	7.541.597	8.093.928	8.338.149	7.673.859
Variazione su attuale (ton)			244.221	-420.069
Variazione su attuale (%)		0,0	3,0	-5,2
Variazione su 1990 (ton)		552.331	796.552	132.262
Variazione su 1990 (%)		7,3	10,6	1,8

Tabella 5.6 Variazione delle emissioni-Situazione al 1990, Stato attuale, Scenari BAU, Obiettivo

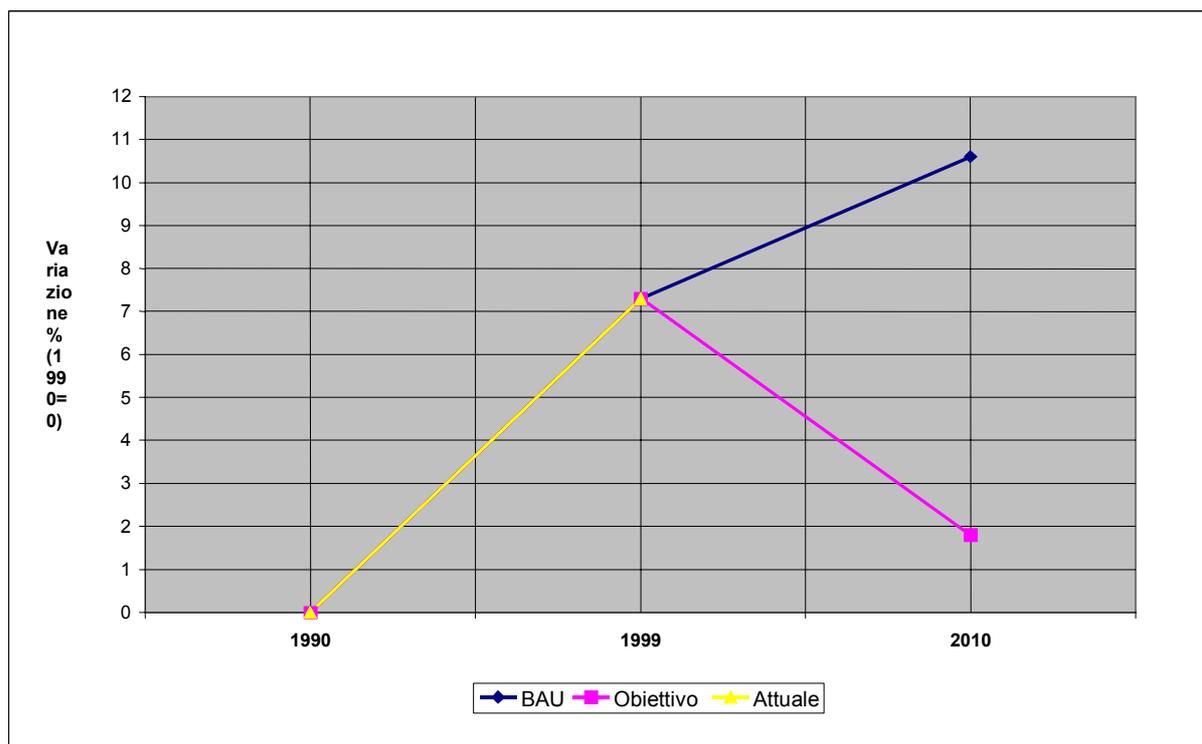


Figura 5.4 Variazione delle emissioni-Situazione al 1990, Stato attuale, Scenari BAU, Obiettivo

Al di là delle possibili azioni locali sul lato dell'offerta (descritte in precedenza), è evidente l'importanza del tipo di energia che, nei prossimi anni, attraverserà i confini provinciali, in particolar modo dell'energia elettrica.

L'ultimo aspetto che andrà considerato nella costruzione dei possibili scenari, si riferisce quindi all'introduzione del mix elettrico nazionale derivante da una politica di efficientizzazione energetica. Sulla base delle indicazioni poste dalla delibera CIPE in termini di obiettivi di riduzione si può supporre una diminuzione di circa il 15% delle emissioni legate alla produzione di energia elettrica tra il 2008 ed il 2012.

In tal caso i risultati vengono riassunti nelle seguenti tabelle.

	1990	Attuale	BAU	Obiettivo
Emissioni (ton)	7.541.597	8.093.928	7.958.399	7.318.274
Variazione su attuale (ton)			-135.529	-775.654
Variazione su attuale (%)			-1,7	-9,6
Variazione su 1990 (ton)		552.331	416.802	-223.323
Variazione su 1990 (%)		7,3	5,5	-3,0

Tabella 5.7 Variazione delle emissioni-Situazione al 1990, Stato attuale, Scenari BAU, Obiettivo

A conclusione dell'analisi effettuata emerge come sia possibile arrivare ad una riduzione significativa delle emissioni, anche se ancora lontano da quanto definito dal protocollo di Kyoto. Lo scenario obiettivo, in effetti, permette di raggiungere un livello di riduzione di circa il 3%.

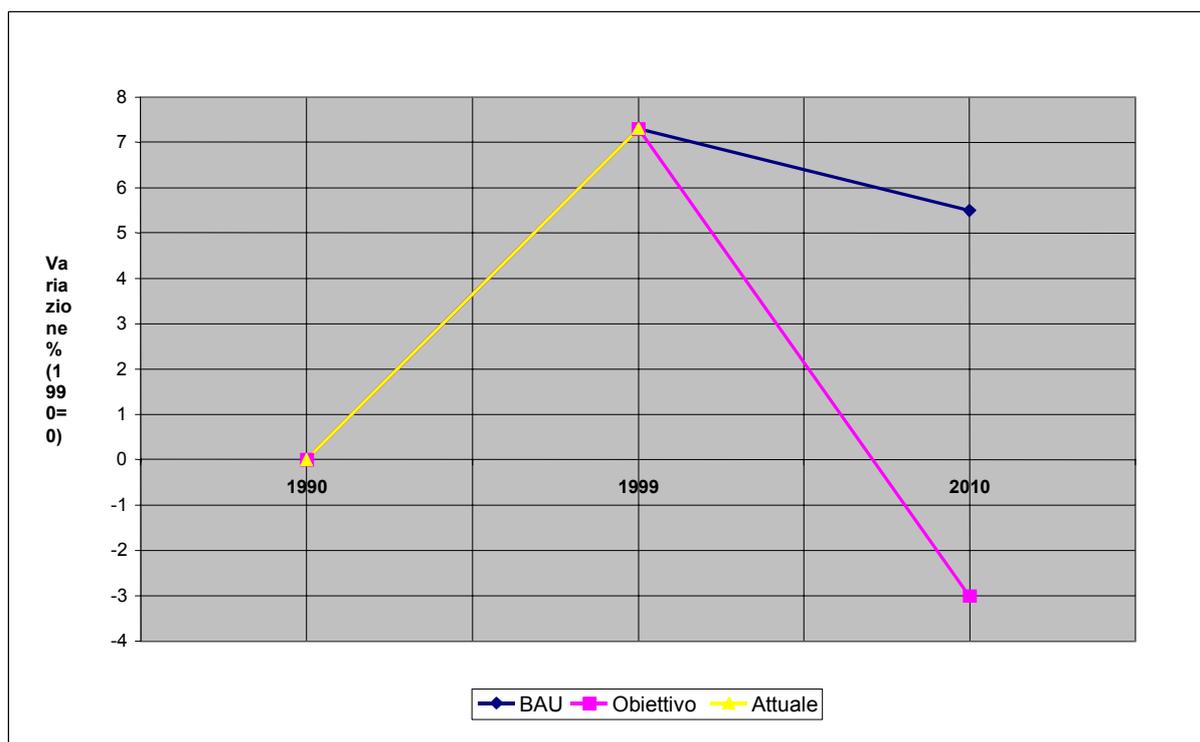


Figura 5.5 Variazione delle emissioni-Situazione al 1990, Stato attuale, Scenari BAU, Obiettivo

E' evidente che i valori di riduzione ottenuti derivano dall'aver specificato delle precise ipotesi per i differenti scenari; chiaramente a queste ipotesi se ne potrebbero aggiungere altre che in questa sede non sono apparse interessanti oppure di difficile quantificazione. Ulteriori analisi ed approfondimenti potrebbero permettere di quantificare anche altri interventi.

Il confronto tra i risultati raggiungibili nei vari settori di intervento deve essere, quindi, opportunamente interpretato. Esistono infatti molti interventi il cui margine ulteriore di sviluppo è molto superiore a quanto riportato come obiettivo al 2010. Il caso della fonte solare ne è sicuramente l'esempio principale, dal momento che il suo effettivo potenziale di utilizzo può essere considerato ben maggiore di quanto definito. Le stesse considerazioni valgono, sicuramente, anche per quanto riguarda, in generale, il risparmio energetico. Si può quindi interpretare l'obiettivo al 2010 come la messa in atto di azioni che costituiranno la premessa fondamentale per obiettivi numerici ben più consistenti nel futuro. Per questo, la Provincia darà uguale importanza anche alle iniziative atte allo sviluppo di questi settori, secondo quanto in precedenza dettagliato, in modo da stimolarne lo sviluppo ed ottenere risultati ben più significativi oltre la data di questo Piano.

D'altra parte, riteniamo che non sia importante sapere se l'obiettivo che ci si pone sia di un punto superiore o inferiore a quanto stabilito. Ciò che importa, è avere individuato le direzioni in cui muoversi al fine di invertire la tendenza verso la continua crescita delle emissioni che finora ha caratterizzato la provincia.

E' inoltre importante sottolineare che la possibilità di raggiungere un obiettivo di riduzione dipende dalle forze che si vogliono investire, non solo internamente, ma anche esternamente alla provincia. Infatti, una provincia di per sé può controllare direttamente solo una quota, seppur considerevole, delle azioni atte alla riduzione complessiva, mentre il resto dipende da meccanismi a livello nazionale o internazionale. Per questo motivo gli obiettivi da porsi devono tener conto del contesto più ampio in cui una provincia si muove.