



Regione Lombardia

*Reti, Servizi di Pubblica Utilità
e Sviluppo Sostenibile*

Allegato A

PIANO D'**A**AZIONE PER L'**E**NERGIA



INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1 STRUMENTI PER LA PROGRAMMAZIONE ENERGETICA REGIONALE | 3 |
| 1.1 PREMessa..... | 3 |
| 1.2 IL PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA | 4 |
| 1.3 ARTICOLAZIONE DEL PIANO E SCENARI DI RIFERIMENTO | 7 |
| 1.4 I CONTRIBUTI DEGLI STAKEHOLDER TECNICI | 8 |
| | |
| 2 GLI ELEMENTI DI CONOSCENZA DEL SISTEMA ENERGETICO REGIONALE | 10 |
| | |
| 2.1 L'AGGIORNAMENTO DEL BILANCIO ENERGETICO REGIONALE | 10 |
| 2.1.1 LA DOMANDA DI ENERGIA COMPLESSIVA NEGLI USI FINALI | 12 |
| 2.1.2 L'OFFERTA DI ENERGIA ELETTRICA | 14 |
| 2.1.3 LE EMISSIONI DI CO ₂ E NO _x | 15 |
| 2.2 GLI SCENARI DI EVOLUZIONE TENDENZIALE DEL SISTEMA ENERGETICO | 16 |
| 2.2.1 SCENARIO DI EVOLUZIONE DELLA DOMANDA DI ENERGIA | 16 |
| 2.2.2 SCENARIO DI EVOLUZIONE DELL'OFFERTA DI ENERGIA | 17 |
| 2.2.3 SCENARIO DI EVOLUZIONE DELLE EMISSIONI DI CO ₂ E NO _x | 18 |
| 2.3 LE EMISSIONI DI CO₂ E GLI OBIETTIVI DEL PROTOCOLLO DI KYOTO | 19 |
| 2.4 LE FONTI RINNOVABILI E LA VERIFICA DEGLI OBIETTIVI DEL PROGRAMMA ENERGETICO REGIONALE 2003..... | 20 |
| 2.4.1 IL SOLARE TERMICO | 22 |
| 2.4.2 IL SOLARE FOTOVOLTAICO | 23 |
| 2.4.3 LE BIOMASSE | 23 |
| 2.4.4 L'IDROELETTRICO | 24 |
| 2.5 SICUREZZA ENERGETICA | 25 |
| 2.5.1 LO SVILUPPO TECNOLOGICO DEL PARCO TERMOELETTRICO | 25 |
| 2.5.2 LO SVILUPPO DELLA RETE ELETTRICA | 28 |
| 2.5.2.1 Principali interventi realizzati nel 2005 | 29 |
| 2.5.2.2 Piano di Sviluppo di breve-medio termine | 29 |
| 2.5.2.3 Piano di Sviluppo di lungo termine | 32 |
| 2.5.3 LO SVILUPPO DELLA RETE DEL GAS..... | 32 |
| 2.5.4 PROGRAMMA DI SVILUPPO DELLO STOCCAGGIO DEL GAS | 34 |
| | |
| 3 LE MISURE DEL PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA | 35 |
| | |
| 3.1 PREMessa..... | 35 |
| 3.2 I TARGET DI RIFERIMENTO DELLE LINEE DI INTERVENTO DEL PAE..... | 36 |
| 3.3 ARTICOLAZIONE DELLE MISURE DEL PAE | 41 |
| 3.3.1 MACROTEMATICA RISPARMIO ENERGETICO E RAZIONALIZZAZIONE | 41 |
| 3.3.1.1 Misura Sistemi di produzione e distribuzione energetica ad alta efficienza.. | 41 |
| 3.3.1.2 Misura Interventi negli usi finali per la riduzione dei consumi energetici | 43 |
| 3.3.2 MACROTEMATICA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI..... | 52 |
| 3.3.2.1 Misura Idroelettrico..... | 53 |
| 3.3.2.2 Misura Biomasse..... | 55 |



| | |
|--|-----------|
| 3.3.2.3 Misura Rifiuti | 57 |
| 3.3.2.4 Misura Solare termico | 59 |
| 3.3.2.5 Misura Solare fotovoltaico | 66 |
| 3.3.2.6 Misura Geotermia..... | 67 |
| 3.3.2.7 Misura Eolico..... | 68 |
| 3.3.3 MACROTEMATICA MERCATO ENERGIA E TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA | 69 |
| 3.3.4 MACROTEMATICA INTERVENTI NORMATIVI, AMMINISTRATIVI, ACCORDI VOLONTARI, RICERCA & SVILUPPO | 71 |
| 4 GLI SCENARI DEL PAE | 74 |
| 4.1 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO | 79 |
| 4.2 SVILUPPI FUTURI | 80 |



1 Strumenti per la programmazione energetica regionale

1.1 Premessa

Il Piano d'Azione per l'Energia (PAE) è lo strumento operativo del Programma Energetico Regionale (PER), approvato con deliberazione della Giunta regionale 12467 del 21.3.2003 e di cui recepisce gli obiettivi generali, già delineati nell'Atto di Indirizzo per la politica energetica approvato dal Consiglio Regionale il 3 dicembre 2002 (Deliberazione VII/0674). In tale atto di indirizzo come scopo finale della politica energetica della Regione Lombardia è stato indicato lo sviluppo sostenibile del sistema energetico regionale, finalizzato a minimizzare i costi dell'energia prodotta ed i relativi impatti sull'ambiente.

La programmazione energetica regionale risulta così articolata:

1. obiettivi strategici;
2. linee di intervento;
3. indirizzi di politica energetica.

Gli **obiettivi strategici** sono stati così specificati:

- ridurre il costo dell'energia per contenere i costi per le famiglie e per migliorare la competitività del sistema delle imprese;
- ridurre le emissioni climalteranti ed inquinanti, nel rispetto delle peculiarità dell'ambiente e del territorio;
- promuovere la crescita competitiva dell'industria delle nuove tecnologie energetiche;
- prestare attenzione agli aspetti sociali e di tutela della salute dei cittadini collegati alle politiche energetiche (aspetti occupazionali, tutela dei consumatori più deboli e miglioramento dell'informazione, in particolare in merito alla sostenibilità degli insediamenti e alle compensazioni ambientali previste).

Al fine di raggiungere gli **obiettivi strategici** fissati nel Atto di Indirizzo del 2002, Regione Lombardia ha individuato specifiche **linee di intervento** che, sulla base dell'aggiornamento del Bilancio energetico regionale al 31 dicembre 2004, saranno rimodulate per garantire il migliore soddisfacimento degli obiettivi strategici individuati. Nel PAE si è provveduto infatti a ricostruire integralmente il Bilancio energetico regionale, che rappresenta di fatto il nuovo contesto energetico lombardo sia sul lato domanda (i consumi energetici) sia su quello dell'offerta (la produzione di energia).

Gli indirizzi di politica energetica del PER rispondevano ad una specifica concezione della situazione energetica regionale e si ponevano come risultanza di ipotesi di sviluppo maturate sulla base del Bilancio energetico elaborato al 31 dicembre 2000. Pertanto i **nuovi indirizzi di politica energetica regionale** devono necessariamente essere collegati ad un insieme complesso ed integrato di **misure ed azioni** che supportino le linee di intervento previste.



Al fine di rispettare la ratio degli obiettivi strategici approvati nel 2002, ma preoccupandosi nel contempo di recepire le necessità di aggiornamento rispetto al mutato quadro energetico ed ambientale lombardo, le **linee di intervento** si articolano in:

1. raggiungimento, per quanto attiene alla quota parte attribuibile al territorio lombardo, degli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra fissati dal Protocollo di Kyoto e contestuale contributo al miglioramento della qualità dell'aria;
2. incremento della quota di copertura del fabbisogno elettrico attraverso le fonti energetiche rinnovabili e contributo della Lombardia al raggiungimento degli obiettivi della Direttiva 2001/77/CE;
3. diminuzione dei consumi energetici negli usi finali, nel rispetto della Direttiva 2006/32/CE concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici;
4. incremento della sicurezza dell'approvvigionamento del sistema energetico regionale e contestuale miglioramento del mercato energetico, che tenga conto delle esigenze delle utenze, tramite il contenimento dei costi, la riduzione degli impatti ambientali locali e regionali, la valorizzazione delle vocazioni territoriali e lo sviluppo di imprenditoria specializzata che inneschi dinamiche positive di incremento dell'occupazione.

I punti sopra ricordati contengono, in una riformulazione più definita e netta, tutti gli elementi indicati dal Consiglio Regionale nella Deliberazione del 2002.

1.2 Il Piano d'Azione per l'Energia

Il PAE si configura come documento di programmazione fortemente orientato all'individuazione di misure ed azioni, ponendosi quindi come strumento quadro flessibile e fortemente operativo.

Sulla base delle valutazioni desunte dal Bilancio energetico regionale aggiornato, sono state effettuate considerazioni circa le criticità del sistema energetico ed ambientale regionale. La componente ambientale, intesa come macrotematica comprendente sia il livello globale (emissioni di gas serra e rispetto del Protocollo di Kyoto) sia quello regionale (emissioni di inquinanti atmosferici, impatto su suolo e sottosuolo e sul bioma), non può essere disgiunta né dalle analisi della situazione attuale né dalle valutazioni degli sviluppi futuri. Pertanto il Piano d'Azione per l'Energia, che discende direttamente dal PER del 2003, assume una connotazione finalizzata ad indirizzare, promuovere e supportare gli interventi regionali nell'ambito energetico ed ambientale.

Attraverso il PAE, la Regione può assumere impegni ed obiettivi congruenti con quelli assunti dall'Italia attraverso la ratifica del Protocollo di Kyoto.

Parallelamente la Regione può regolare le funzioni con gli Enti Locali, armonizzando le decisioni rilevanti che vengono assunte ai diversi livelli amministrativi. In tal modo il PAE costituisce il quadro di riferimento per tutti i soggetti pubblici e privati che intraprendono iniziative in ambito energetico nel proprio territorio.

Il PAE, prendendo le mosse dagli obiettivi strategici definiti dal Consiglio Regionale lombardo nel 2002, riporta le indicazioni concrete rispetto alle migliori azioni da intraprendere nel breve e medio termine, gli strumenti disponibili, i riferimenti legislativi e normativi, le opportunità di finanziamento, i vincoli, gli obblighi e i diritti sia per i soggetti economici operanti nel settore sia per i consumatori grandi e piccoli. In riferimento al mercato libero dell'energia, la pianificazione energetica ed ambientale può svolgere una



preziosa funzione di regolazione degli interventi che si determinano sulla base delle scelte di mercato.

L'arco temporale prescelto per l'analisi dei risultati delle misure e delle azioni individuate si è posto come termine di riferimento il 2012, motivando la scelta sulla base di una duplice necessità:

1. finalizzare il Piano al termine del quadriennio fissato dal Protocollo di Kyoto (2008 – 2012);
2. prevedere un quinquennio di azioni più coerente con la filosofia di concretezza del PAE.

Per quanto riguarda gli obiettivi relativi alla Direttiva 2001/77/CE e alla Direttiva 2006/32/CE, si prevede uno step intermedio al 2010, in coerenza con quanto riportato nelle Direttive stesse.

All'interno del PAE, a livello di gestione della domanda, le facoltà di intervento regionale possono assumere un ruolo determinante, sia provvedendo ad integrare il quadro normativo di riferimento sia predisponendo opportune misure di incentivazione. A livello di offerta, sono presentate le migliori soluzioni per la produzione di energia, basate su considerazioni come l'economicità dell'intervento, l'impatto ambientale e territoriale, lo sviluppo di imprenditorialità locale e la diversificazione delle fonti energetiche nell'ottica della sicurezza dell'approvvigionamento.

Accanto all'analisi del Bilancio, sono state effettuate valutazioni inerenti l'andamento dei bandi e delle politiche regionali in atto. Questa operazione contribuisce alla migliore definizione degli atti di governo di Regione Lombardia in materia energetica ed ambientale, individuando con miglior puntualità le criticità e le opportunità.

Il PAE si inserisce in un più ampio panorama di programmazione regionale, nel quale convergono interessi plurimi e valori diversi, che dovrebbero essere posti allo stesso livello rispetto a quelli emersi nella programmazione energetica. È evidente quindi il carattere di trasversalità rispetto agli altri Piani, per cui l'intersectorialità del PAE, sia a livello di gestione della domanda sia per l'offerta di energia, è un valore fondante.

È opportuno considerare le diverse implicazioni energetiche dei Piani regionali settoriali e territoriali, poiché l'energia rappresenta un elemento costante nelle attività che si esplicano nella pianificazione regionale ed è al contempo vincolo ed opportunità di sviluppo.

È necessario pertanto evitare contrapposizioni con altri strumenti di programmazione, armonizzando, ove necessario, i punti di criticità e contrasto e dando massima attuazione alle possibili sinergie. Un tale approccio garantisce infatti la migliore riuscita delle azioni del PAE e, di conseguenza, il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Il PAE, pur assumendo obiettivi ben definiti, ha comunque un carattere di apertura e flessibilità, finalizzato a recepire tutte le istanze positive, le opportunità, i mutamenti delle condizioni socioeconomiche che si andranno a verificare nei prossimi anni. È corretto, quindi, attuare le attività di concertazione del PAE sia con gli altri livelli istituzionali, sia con le realtà esterne alla Pubblica Amministrazione (ossia i soggetti economici e sociali che operano nel territorio).

Infine è opportuno ricordare che il PAE è un atto politico la cui sostanza è costituita dalle scelte strategiche del decisore politico regionale in materia energetica ed ambientale. La parte relativa alle Misure, che dovranno trovare attuazione attraverso le Azioni, deve essere quindi costruita sulla base delle scelte di fondo di Regione Lombardia, tenendo conto dell'evoluzione dei contesti di riferimento.



Nella Tabella 1.1 si riportano i principali riferimenti pianificatori e gli atti di governo che abbiano attinenza con la pianificazione energetica.

| Piano o atto di Governo | Argomento | Attinenza con PAE | Possibili sinergie |
|---|--|--|--|
| Piano Regionale Rifiuti | Pianificazione della gestione dei rifiuti urbani | Recupero energetico da rifiuti | Individuazione delle nuove potenzialità di recupero energetico da rifiuti urbani |
| Piano Regionale di risanamento delle acque | Gestione delle risorse idriche | Utilizzo energetico della risorsa acqua | Individuazione di finalità convergenti. Semplificazione burocratica di pratiche autorizzative. Riduzione potenzialità di sfruttamento per effetto delle disposizioni sul Deflusso Minimo Vitale |
| L.R. 24/06 | Introduzione di norme per il miglioramento della qualità dell'aria | Impatto dell'uso dell'energia sulla qualità dell'aria | Definizione di azioni congiunte e coerenti |
| Misure Strutturali per la Qualità dell'Aria in Regione Lombardia 2005-2010 | Definizione di misure/azioni strutturali per il risanamento della qualità dell'aria | Impatti legati agli usi, alla produzione, alla trasformazione dell'energia sulla qualità dell'aria | Individuazione di azioni/strumenti comuni |
| L.R. 12/05 – Legge di Governo del Territorio | Legge che governa il territorio, introducendo il PGT e ridefinendo alcune competenze | Legate al settore civile e alla pianificazione territoriale e attuativa locale | Introduzione di norme coerenti con il risparmio energetico e la diffusione di sistemi efficienti e razionali di uso dell'energia, diffusione di FER. Proposte vincolanti da inserire nei finanziamenti PRUST. Semplificazione burocratica di pratiche autorizzative. |
| Piano Trasporti | Definisce i temi prioritari di interesse per il settore trasporti e infrastrutture | Il costo energetico dei trasporti è altissimo, in particolare per quanto riguarda i consumi di gasolio e benzina | Prevedere azioni congiunte per la riduzione dei consumi dei vettori energetici e per la loro sostituzione con biocarburanti e carburanti a basso impatto (metano, GPL). |
| Programma Regionale per l'edilizia residenziale pubblica | Definisce interventi prioritari per la valorizzazione del patrimonio immobiliare pubblici, per la riqualificazione edilizia e urbanistica dei quartieri. | I consumi energetici del patrimonio esistente risultano troppo alti e non in linea con gli standard europei. | Attuare azioni di riqualificazione energetica del patrimonio esistente |
| Piano di Sviluppo Rurale | Individua gli obiettivi di politica agricola a livello regionale e alloca le risorse economiche sulla base di assi prioritari di intervento | Tutta la partita delle biomasse solide, liquide e gassose. | Attivazione di filiere "bosco-legno-energia" durature e autosostenibili. Incentivazione di interventi diffusi di recupero energetico da biomasse. Definizione di obiettivi comuni da raggiungere al 2013-2015. |

Tabella 1.1 – Quadro sinottico della pianificazione regionale in rapporto alla pianificazione energetica ed ambientale.

1.3 Articolazione del Piano e scenari di riferimento

Il PAE è composto dal Bilancio Energetico Regionale, che ne costituisce la base conoscitiva, e dalle Misure ed Azioni di Piano.

Il documento quindi risulta composto dalle sezioni:

- Analisi ragionata del Bilancio e degli scenari di evoluzione tendenziale;
- Descrizione delle linee di intervento del PAE (Misure e schede Azioni);
- Scenari di Piano con riferimento temporale fissato al 2012;
- Conclusioni, Piano di monitoraggio e sviluppi futuri.

La **prima parte**, in particolare, rappresenta in sostanza un'analisi critica del sistema energetico ed ambientale lombardo aggiornato al 2004¹ e degli scenari tendenziali al 2015; comprende, inoltre, valutazioni puntuali relative all'offerta e alla sicurezza energetica del parco impiantistico regionale e dei Piani di sviluppo delle reti di trasporto dell'energia elettrica e del gas.

La **seconda parte** riporta un'analisi delle Linee di intervento individuate e dei relativi target di riferimento e una descrizione delle Misure, suddivise nelle seguenti macrotematiche:

1. Risparmio energetico e Razionalizzazione;
2. Sviluppo delle Fonti Energetiche Rinnovabili;
3. Mercato dell'energia, i Titoli di Efficienza Energetica;
4. Interventi normativi, amministrativi, Accordi volontari, Ricerca & Sviluppo.

Nell'ambito di ciascuna Misura sono state individuate Azioni di intervento, successivamente riportate in formato di schede sintetiche, al fine di renderne agevole la lettura e l'utilizzo (cfr. l'Allegato "Schede di Azione").

Nella **terza parte** sono stati individuati gli scenari di intervento, che si vanno a sommare allo "Scenario tendenziale", contenente l'evoluzione "business as usual" (BAU), inserito nella sezione di Bilancio.

Gli scenari nascono da esigenze diverse:

- lo *Scenario Alto* rappresenta l'insieme degli interventi la cui attuazione consentirebbe il pieno raggiungimento degli obiettivi di "sostenibilità" presi in sede internazionale (Protocollo di Kyoto, Direttiva sulle fonti rinnovabili, Direttiva sull'efficienza energetica); tale scenario risulta fortemente impegnativo dal punto di vista economico e gestionale (attivazione di azioni di filiera, accordi volontari, tavoli di concertazione con portatori di interesse, ecc.);
- lo *Scenario Medio* comprende un insieme di interventi che, rispetto allo Scenario Alto, prevedono una penetrazione inferiore e determinano quindi un impegno economico e gestionale più soft;

¹ Per un'analisi di dettaglio del Bilancio energetico regionale si rimanda al testo "Quadro Conoscitivo e scenari".



- lo *Scenario tendenziale* riporta l'evoluzione tendenziale rispetto all'andamento storico dei consumi, elaborata sulla base di opportuni scenari di sviluppo delle variabili socioeconomiche (lato domanda) e le previsioni di incremento dell'offerta energetica connesse all'entrata in esercizio di nuove centrali termoelettriche, all'aumento della produzione di energia da FER (così come previsto dall'autorizzazioni di nuovi impianti qualificati IAFR) e al miglioramento della distribuzione e della trasmissione di energia elettrica a seguito degli interventi di razionalizzazione della rete previsti dal Piano di Sviluppo di Terna.

Nell'**ultima parte** vengono sintetizzati gli sviluppi futuri di attuazione delle Misure del PAE, inoltre è stato previsto un piano di monitoraggio che, sulla base di opportuni indicatori, consenta di verificare il raggiungimento degli obiettivi.

Così come accade per la previsione dello "Scenario tendenziale", anche nella definizione degli scenari "Medio" e "Alto" sono state effettuate considerazioni circa lo sviluppo del sistema energetico lombardo, indipendentemente dall'attuazione o meno delle Misure/Azioni previste dal PAE. Si ritiene ragionevole ipotizzare un progressivo miglioramento delle condizioni di sostenibilità energetica ed ambientale a livello regionale sulla base dell'applicazione completa della normativa vigente. Questa ipotesi non è stata considerata nella definizione dello "Scenario tendenziale", in quanto si è scelto di posizionarsi al livello evolutivo peggiore.

1.4 I contributi degli stakeholder tecnici

Nella fase di stesura del PAE si è proceduto a contattare i principali soggetti portatori d'interesse, così da soddisfare una duplice esigenza:

- raccogliere le informazioni e i dati disponibili presso i singoli soggetti;
- attivare un canale di consultazione finalizzato a comprendere le opportunità/criticità legate agli specifici settori d'interesse.

Nella Tabella 1.2 sono stati riportati i principali contatti e una breve descrizione delle indicazioni emerse ad oggi.



| Soggetto | Competenze | Potenzialità e criticità evidenziate |
|-------------------------------------|---|---|
| Province lombarde | Competenze di legge (impianti termoelettrici <300 MWt, impianti FER). Eventuali piani sviluppo FER e efficienza energetica. | Possibili sinergie su progetti in atto e futuri. Chiarimenti sulle procedure autorizzative delle FER. |
| ARPA | Settori Energia, Rifiuti, Aria | Raccolta informazioni e dati Contributo alla definizione di alcune schede Azioni. |
| APER | Attività di lobby. Studi settoriali. | Analisi di mercato/Proposte per sviluppo FER/Indicazioni su semplificazione burocratica auspicabile/Progetti pilota e studi di settore. |
| AIRU | Attività di lobby. Report annuale sullo stato di diffusione del teleriscaldamento urbano. | Analisi di mercato/Proposte per lo sviluppo delle reti di teleriscaldamento/Indicazioni circa la semplificazione burocratica auspicabile/Progetti pilota e studi di settore |
| GSE | Gestisce i Certificati Verdi e la procedura per la qualifica degli Impianti alimentati a Fonte Rinnovabile (IAFR), è il riferimento per il Conto Energia. | Raccolta dati tecnici relativi agli impianti a FER installati in Lombardia. |
| TERNA | Gestore della rete di trasmissione nazionale | Conoscenza più approfondita dei consumi di energia elettrica e dei consumi di energia primaria per la produzione di energia elettrica. Conoscenza dei programmi di razionalizzazione della rete di trasmissione elettrica. Problemi di privacy per la raccolta di informazioni puntuali relative agli impianti di produzione. |
| ENI | Società energetica | Raccolta informazioni e dati su estrazione di gas naturale e utilizzo dei pozzi per stoccaggio di CO ₂ . |
| STOGIT | Società che gestisce i siti di stoccaggio di gas naturale | Raccolta informazioni e dati sullo stoccaggio di gas naturale e utilizzo dei pozzi per stoccaggio di CO ₂ |
| ENEL | Società energetica e Società controllate | Proposte di interventi legate ai Titoli di Efficienza Energetica |
| SNAM ReteGas | Società che gestisce la rete di trasporto del gas naturale | Conoscenza più approfondita dei consumi di energia e dello sviluppo della rete di trasporto. |
| SEA | Società che gestisce gli aeroporti milanesi | Conoscenza dei progetti in ambito energetico. |
| Installatori solare termico | Imprenditori | Conoscenza del mercato di settore. |
| Installatori pompe di calore | Imprenditori | Conoscenza del mercato di settore. |

Tabella 1.2 – Elenco dei principali contatti aperti nell'ambito dei lavori di redazione del PAE.



2 Gli elementi di conoscenza del sistema energetico regionale

2.1 L'aggiornamento del Bilancio energetico regionale

L'aggiornamento del bilancio energetico regionale al 2004 ha fatto emergere un consumo finale di 25.487 ktep, a fronte di una disponibilità complessiva di risorse energetiche (tra produzione interna ed importazioni) pari a circa 30.000 ktep (Tabella 2.1 e Figura 2.1).

La produzione interna ammonta a poco più di 2.400 ktep, pari a circa l'8% delle risorse di energia primaria necessarie a soddisfare il fabbisogno energetico lombardo. Questo significa che la Lombardia rimane, sotto il profilo energetico, dipendente dalle importazioni, che, nel 2004, hanno inciso per oltre il 90% sul consumo interno lordo.

Le risorse energetiche interne sono quasi esclusivamente rappresentate da fonti energetiche rinnovabili, principalmente idroelettrico, rifiuti e biomasse. Complessivamente le fonti rinnovabili hanno contribuito a coprire circa il 13% del fabbisogno energetico lombardo. Considerando invece la sola produzione elettrica (comprese le importazioni) necessaria a soddisfare la domanda regionale, si evidenzia come nel 2004 le fonti rinnovabili abbiano contribuito per una quota pari a circa il 21%.

Rispetto alla produzione di energia elettrica si segnala che il parco impiantistico regionale è stato in grado nel 2004 di assicurare oltre l'80% del fabbisogno elettrico, portando il deficit, rispetto alla richiesta sulla rete (comprensiva delle perdite di rete), sotto il 30% (passando dal 38% del 2000 al 28,6% del 2004)².

Sul fronte della domanda di energia, i consumi finali ammontano a circa 25.000 ktep, pari ad un consumo pro capite di 2,76 tep/ab. Il 39% dei consumi sono attribuibili al settore civile, il 33% all'industria e il 26% ai trasporti. L'agricoltura rimane il settore meno energivoro, con un consumo finale pari al 2% del totale.

| Disponibilità e Impieghi | Fonti Energetiche (ktep) | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|---------------|--------------|-----------------------|------------|---------------|
| | Comb. solidi (a) | Prodotti petroliferi (b) | Comb. gassosi | FER (c) | Energia Elettrica (d) | TLR | Totale |
| PRODUZIONE | - | - | 29,5 | 1.384 | 1.018 | - | 2.432 |
| IMPORTAZIONI | 682 | 9.365 | 15.758 | 383 | 1.638 | - | 27.826 |
| CONSUMO INTERNO LORDO | 682 | 9.365 | 15.788 | 1.767 | 2.656 | - | 30.258 |
| <i>Trasformazioni in energia elettrica e calore di rete</i> | - 249 | - 1.122 | - 5.761 | - 653 | - | - | - 7.785 |
| <i>Produzione energia elettrica</i> | - | - | - | - | + 3.551 | | + 3.551 |
| <i>Calore reti TLR</i> | - | - | - | - | - | + 208 | + 208 |
| <i>Consumi/perdite settore energia</i> | - | - | - | - | - 745 | - | - 745 |
| CONSUMI FINALI | 433 | 8.243 | 10.026 | 1.115 | 5.462 | 208 | 25.487 |
| AGRICOLTURA | - | 310 | 16 | 1 | 65 | - | 392 |
| INDUSTRIA | 430 | 420 | 4.177 | 204 | 3.132 | - | 8.363 |
| CIVILE | 3 | 980 | 5.818 | 909 | 2.200 | 208 | 10.118 |
| TRASPORTI | - | 6.534 | 16 | - | 65 | - | 6.615 |

NOTE – (a) La legna non è stata considerata tra i combustibili solidi ma come biomassa tra le fonti rinnovabili. (b) Non sono stati considerati i consumi di carboturbo. (c) Sono considerati: rifiuti, biomasse solide, biogas, solare termico. (d) L'energia elettrica è stata valutata per tutte le voci come per i consumi finali: 860 kcal/kWh. Per "Produzione" si intende produzione elettrica da idroelettrico, eolico, fotovoltaico. L'energia elettrica prodotta per trasformazione termoelettrica è conteggiata nella riga "Produzione di energia elettrica"

Tabella 2.1 – Bilancio energetico regionale (2004) (Elaborazioni: Punti Energia).

² La disponibilità di informazioni sulla produzione e sul consumo di energia elettrica aggiornate al 2005 ha permesso di verificare una ulteriore riduzione del deficit elettrico, che si attesta attualmente attorno al 22%.

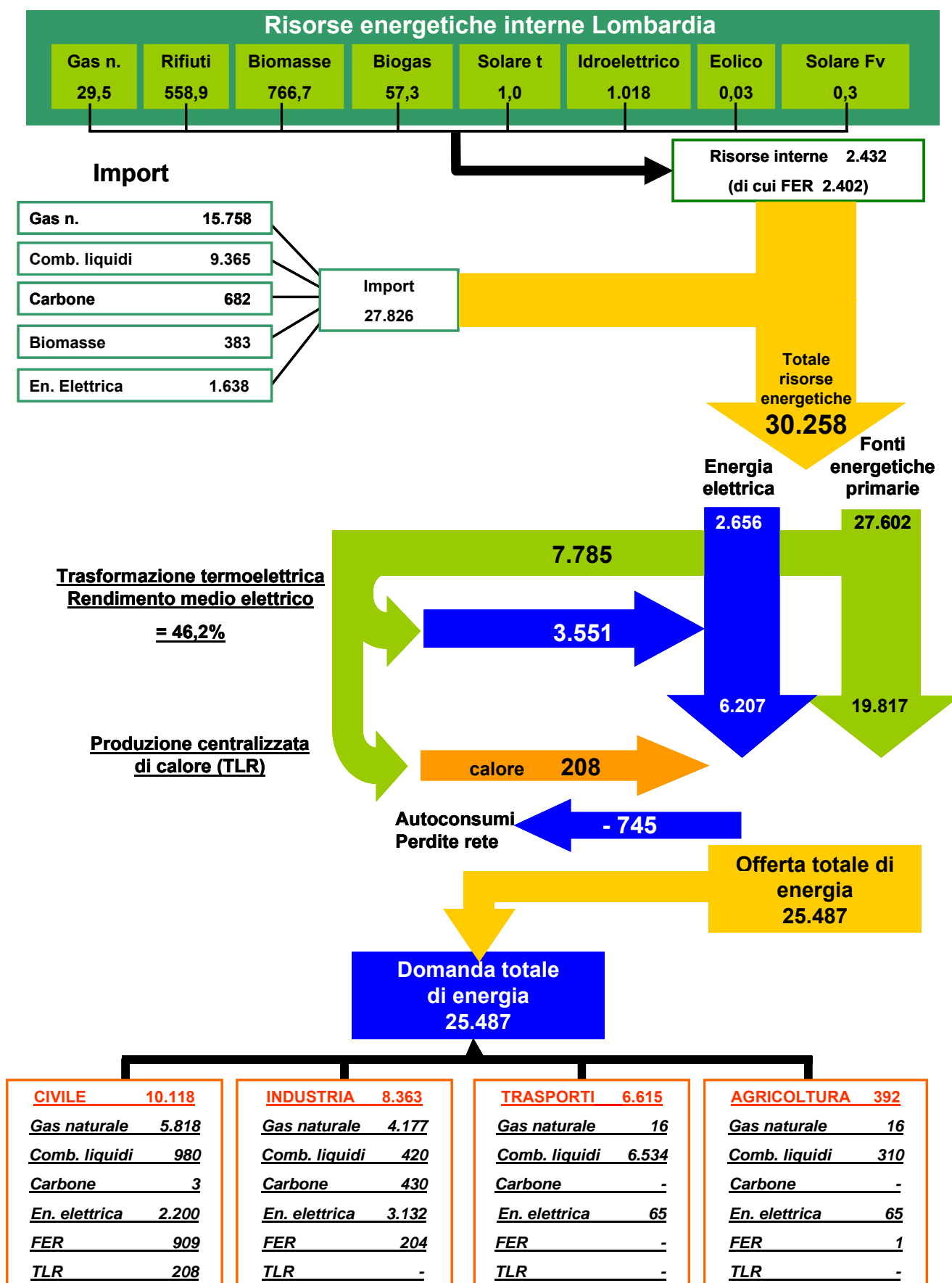


Figura 2.1 – Bilancio energetico regionale (2004), espresso in ktep (Elaborazioni: Punti Energia).



2.1.1 La domanda di energia complessiva negli usi finali

L'aggiornamento del bilancio energetico regionale ha permesso di ricostruire l'evoluzione dei consumi energetici e della produzione di energia nell'ultimo quinquennio (2000-2004). Dal punto di vista della domanda energetica, nel 2004 in Lombardia i consumi complessivi relativi agli usi finali (ovvero senza considerare i vettori energetici destinati alla trasformazione in energia elettrica) hanno raggiunto i 25.487 ktep³ (Tabella 2.2).

L'analisi dei consumi energetici registrati nel periodo 2000-2004 ha permesso di rilevare un incremento del fabbisogno energetico lombardo di circa il 5%. Il lieve aumento della popolazione registratosi nel periodo considerato è tale per cui il consumo pro capite è cresciuto in modo più contenuto, circa tre punti percentuali, passando da un valore di 2,66 tep per abitante nel 2000 a 2,76 tep per abitante nel 2004.

| | VETTORI | | | | | | Totale |
|--------------------|----------------------|---------------|-------------------|------------|------------|-------------------|---------------|
| | Prodotti petroliferi | Gas naturale | Energia elettrica | Carbone | TLR | Fonti rinnovabili | |
| SETTORI | (Ktep) | | | | | | |
| Civile | 980 | 5.818 | 2.200 | 3 | 208 | 909 | 10.118 |
| Industria | 420 | 4.177 | 3.132 | 430 | - | 204 | 8.363 |
| Agricoltura | 310 | 16,1 | 65 | - | - | 1 | 392 |
| Trasporti | 6.534 | 15,8 | 65 | - | - | - | 6.615 |
| Totale | 8.243 | 10.026 | 5.462 | 433 | 208 | 1.115 | 25.487 |

Tabella 2.2 – Consumi energetici in Lombardia negli usi finali per settore e vettore, 2004
(Elaborazioni: Punti Energia).

La ripartizione settoriale dei consumi energetici si caratterizza per una predominanza del settore civile, che assorbe il 39% della domanda di energia complessiva, seguito dall'industria (33%), trasporti (26%) e agricoltura (2%). L'analisi delle variazioni verificatesi nell'ultimo quinquennio pone in evidenza il calo del settore produttivo (-2%), un incremento contenuto del settore agricolo ed un deciso aumento del settore dei trasporti (+11%) e del civile (+8%).

L'andamento positivo dei consumi nel civile è stato determinato essenzialmente dal maggiore impiego di gas naturale (+13%) per il soddisfacimento del fabbisogno termico (riscaldamento e acqua calda sanitaria) e dall'incremento dei consumi di energia elettrica (+19%). Il gas naturale è senz'altro il vettore energetico dominante all'interno di questo settore (con una quota di consumo che nel 2004 ha raggiunto il 57% dei consumi complessivi del settore), caratterizzato ormai da una buona stabilità e da una tendenza alla saturazione anche alla luce dell'elevato grado di metanizzazione raggiunto sul territorio regionale. In effetti, nello stesso periodo considerato, si è assistito ad un forte calo nei consumi di prodotti petroliferi (-28%), più consistente per l'olio combustibile. Significativo risulta invece l'apporto energetico fornito dalle biomasse (circa il 9% dei consumi), soprattutto se valutato in alcuni contesti locali (aree montane).

Il consumo pro capite, relativamente al settore civile, ha registrato nel periodo 2000-2004 un incremento pari al 6%, passando da un consumo di 1,03 tep per abitante a 1,09 tep per abitante.

Nel settore industriale la flessione è stata determinata soprattutto dalla riduzione dei consumi di olio combustibile e gasolio. Al contrario, i consumi di gas metano, che permane

³ Migliaia di tonnellate equivalenti di petrolio.



il primo vettore energetico, e di energia elettrica, fatto salve alcune lievi oscillazioni, si mantengono sostanzialmente costanti.

Considerando il dato di intensità energetica industriale (che rappresenta l'andamento del consumo del settore rispetto al valore aggiunto registrato nell'industria), si osserva una riduzione di questo parametro da 136 tep/€ nel 2000 a 130 tep/€ nel 2004, ovvero un aumento della capacità produttiva a parità di energia consumata. Nello stesso periodo a livello nazionale si registra invece un aumento del 4% del consumo energetico specifico, da 176 tep/€ a 182 tep/€.

Nel settore dei trasporti l'aumento dei consumi deriva dalla contemporanea influenza di due fattori: l'aumento del consumo specifico per veicolo (+4%) e l'aumento del numero di veicoli per abitanti (+5%). La crescita dei consumi di questo settore è un fenomeno evidente anche a livello nazionale (+ 9% nel periodo 2000-2004), anche se in Lombardia si rivela più significativo.

Per quanto riguarda i vettori energetici, si nota la netta predominanza delle fonti fossili (73%). Nello specifico il gas naturale risulta il vettore energetico prevalente per l'intero periodo considerato (nel 2004 contribuisce per il 40% ai consumi complessivi), seguito dai prodotti petroliferi e dall'energia elettrica (Figura 2.2).

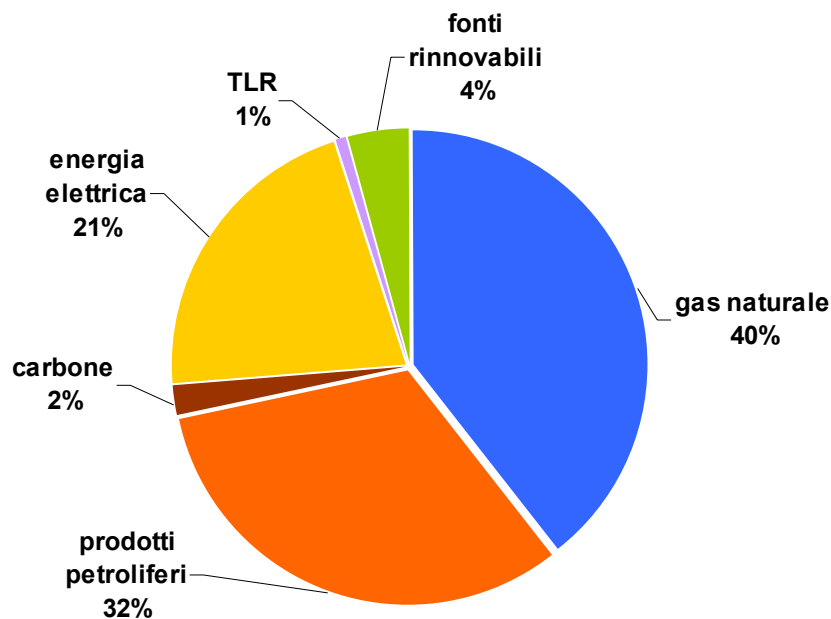


Figura 2.2 – Consumi energetici in Lombardia negli usi finali per vettore, 2004
(Elaborazioni: Punti Energia).

Nel periodo 2000-2004 i consumi di gas sono cresciuti di circa l'8%, determinando per questo vettore un incremento del peso relativo sul fabbisogno complessivo lombardo e quindi una maggiore dipendenza energetica.

Disaggregando i consumi dei prodotti petroliferi per singolo combustibile, si osserva come il gasolio da solo rappresenti quasi il 20% della domanda di energia finale. Nell'ultimo quinquennio i consumi di questo vettore sono aumentati di oltre dieci punti percentuali, per l'effetto combinato della componente per riscaldamento, in calo, e della componente per autotrazione, in forte crescita. I consumi di olio combustibile e di benzina registrano al contrario un decremento, consistente nel primo caso, più contenuto nel secondo. Il gpl si



mantiene invariato. L'energia elettrica manifesta una crescita continua e costante su valori di incremento medio annuo pari a circa l'1,5%.

2.1.2 L'offerta di energia elettrica

Sul territorio lombardo, in termini di potenza efficiente netta⁴, risultano installati, a fine 2005, complessivamente 17.314 MW, tra impianti idroelettrici (33%) e termoelettrici (67%). Nel periodo 2000-2005 la potenza installata in Lombardia è cresciuta di oltre il 30%, pari ad un incremento di circa 4.000 MW (Tabella 2.3).

L'aumento è sostanzialmente da attribuire all'entrata in esercizio di nuove centrali termoelettriche a ciclo combinato e ai progetti di ammodernamento e potenziamento di centrali esistenti (repowering). Più contenuto risulta invece il contributo dovuto all'idroelettrico.

Il parco centrali così configurato ha prodotto, nel 2005, oltre 52.000 GWh di energia elettrica (al netto dei servizi ausiliari della produzione e dell'energia destinata ai pompaggi), per un incremento, rispetto al 2000, di oltre 13.000 GWh (+35%). Tale risultato trova ragione nel sensibile incremento della produzione termoelettrica (+66% solo negli ultimi due anni), a discapito di quella idroelettrica, che, tra il 2000 e il 2005, è scesa sotto i 10.000 GWh.

L'aumento della potenza installata e l'entrata in funzione a pieno regime di nuovi gruppi a maggior rendimento, grazie alla quale, tra il 2003 e il 2005, è cresciuta la producibilità media annua degli impianti termoelettrici, hanno determinato una sensibile riduzione del deficit lombardo di produzione elettrica per oltre 15 punti percentuali (dal 38,0% del 2000 si è passati al 22,4% del 2005).

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | Δ 00/05 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| Potenza efficiente netta (MWe) | 13.209 | 13.275 | 13.075 | 13.853 | 16.240 | 17.314 | +4.105 (+31%) |
| Produzione netta di energia elettrica (GWh) | 38.598 | 37.868 | 32.850 | 34.487 | 47.552 | 52.022 | +13.000 (+35%) |
| Producibilità media annua termoelettrico (h/a) | 3.736 | 3.442 | 3.313 | 3.299 | 3.772 | 3.977 | +241 (+ 6%) |
| Energia richiesta (GWh) | 62.297 | 63.387 | 63.651 | 66.148 | 66.597 | 67.020 | +4.723 (+8%) |
| Deficit elettrico (%) | 38,0% | 40,3% | 48,4% | 47,9% | 28,6% | 22,4% | (-41%) |

Tabella 2.3 – Potenza installata, produzione e richiesta di energia elettrica (GWh), 2000-2005
(Fonte: TERNA, 2006).

Occorre comunque sottolineare che alcuni grandi impianti termoelettrici (Voghera e Mantova), così come, per effetto delle operazioni di repowering, alcuni gruppi specifici di centrali esistenti (Tavazzano e Cassano d'Adda) sono entrati in esercizio solo a fine 2005, contribuendo per quell'anno solo in modo marginale alla produzione elettrica.

Infatti, ad oggi, il parco impiantistico installato, facendo opportune considerazioni sulle ore di funzionamento degli impianti stessi, è in grado di soddisfare a pieno il fabbisogno regionale. A base di questa valutazione sta la considerazione di un regime di funzionamento degli impianti termoelettrici "misto", ovvero di 5.500 ore/anno per gli impianti a ciclo combinato (pari al 63% di funzionamento a pieno regime per i nuovi

⁴ La potenza efficiente netta di un impianto di generazione è la massima potenza elettrica possibile misurata all'uscita dello stesso, dedotta cioè la potenza assorbita dai servizi ausiliari dell'impianto e dalle perdite nei trasformatori di centrale (Fonte: TERNA, 2006).



impianti) e di 4.000 ore (46% di funzionamento a pieno regime) per gli impianti tradizionali. Operando quindi assunzioni realistiche sulle ore di funzionamento degli impianti esistenti, riferendosi ai dati di fabbisogno del 2005, gli impianti lombardi potrebbero produrre energia in surplus (per una produzione di 68.721 GWh, che determinerebbero un +3% teorico rispetto al fabbisogno 2005).

Seguendo questa stessa ipotesi, si registrerebbe un bilancio in attivo anche per il biennio 2006-2007.

2.1.3 Le emissioni di CO₂ e NO_x

Nell'elaborazione del bilancio ambientale sono stati valutati, da una parte, gli impatti generati a scala globale dagli utilizzi energetici, in termini di emissioni di gas serra espressi come tonnellate di CO₂ equivalente⁵, dall'altra gli impatti che si manifestano a scala locale, utilizzando come indicatore le emissioni di ossidi di azoto (NO_x).

Il primo indicatore ha il ruolo di quantificare il contributo dei consumi di energia in Lombardia all'effetto serra. Il secondo indicatore, gli ossidi di azoto, invece, ha la funzione di evidenziare l'efficacia degli interventi proposti dal PAE nel ridurre l'*impatto ambientale locale* in termini di gas inquinanti emessi in atmosfera. La scelta si è orientata su questo indicatore, in quanto, da un lato, le emissioni di ossidi di azoto sono fortemente legate ai consumi energetici (il legame è meno forte, ad esempio, per i composti organici volatili e per il particolato) e, dall'altro, perché influenzano direttamente o indirettamente le concentrazioni di tre tra gli inquinanti più critici in Lombardia: il biossido di azoto (direttamente dall'ossidazione dell'NO), il particolato fine, PM₁₀, (indirettamente grazie alla trasformazione in nitrati ed il loro successivo passaggio di fase da gassosa a liquida e quindi solida) ed infine l'ozono (anche in questo caso indirettamente, in quanto gli NO_x, insieme ai composti organici volatili, sono i principali precursori dell'ozono).

La costruzione del bilancio ambientale ha comportato il calcolo delle emissioni legate a tutti i consumi energetici (con l'eccezione delle emissioni legate ai consumi aeroportuali, non conteggiate nei bilanci energetici regionali), portando pertanto a non considerare, ad esempio, le emissioni di CO₂ ed NO_x che possono essere attribuite a processi industriali che avvengono senza combustione, ad attività non di combustione nelle discariche ed in agricoltura, agli effetti degli incendi boschivi o di altri fenomeni naturali.

Le emissioni di CO₂ dovute ai consumi energetici per il 2004 sono pari a 76,6 milioni di tonnellate. Sono state considerate anche le cosiddette *emissioni ombra*⁶, legate ai consumi di energia elettrica, comprensive sia dell'energia prodotta in ambito territoriale lombardo sia di quella importata. Tale stima, pur parziale, a causa delle maggiori emissioni legate al settore elettrico (considerando, oltre alla produzione, anche il deficit), è superiore alla stima di INEMAR al 2003, pari a 72,6 milioni di tonnellate. Di queste il 34% è da attribuire alla produzione (in Lombardia o altrove) dell'energia elettrica utilizzata in regione, il 26% al settore trasporti, il 22% al settore civile, il 17% al settore produttivo e il restante 1% all'agricoltura.

⁵ E' la somma pesata, in funzione della capacità di trattenere le radiazioni in onda lunga emesse dalla Terra, di biossido di carbonio, metano e protossido di azoto, i cosiddetti "gas serra", proprio per tale capacità.

⁶ Il concetto di *emissioni ombra* considera e dà espressione a quelle fonti di emissione che non hanno necessariamente luogo nel territorio considerato, ma sono strettamente connesse agli usi energetici del territorio stesso. Ad esempio, si parla di emissioni ombra nel caso specifico della produzione di energia elettrica, ove sussista, come nel caso lombardo, un deficit di produzione che porti a soddisfare i propri fabbisogni ricorrendo all'importazione di energia prodotta in luoghi esterni al territorio regionale.



Per quanto riguarda le emissioni di ossidi di azoto, che ammontano a circa 189.000 tonnellate nel 2004, sono state adottate le stesse ipotesi di calcolo utilizzate per la CO₂, con la differenza che sono state considerate anche le emissioni provenienti da combustibili rinnovabili, come la biomassa e il biogas e dalla quota rinnovabile dei rifiuti. La ripartizione per settori individua gli impatti più significativi legati ai trasporti (42%), seguiti da industria (22%), produzione di energia elettrica (18%), civile (10%) e agricoltura (8%).

2.2 Gli scenari di evoluzione tendenziale del sistema energetico

2.2.1 Scenario di evoluzione della domanda di energia

Lo scenario di evoluzione della domanda, inteso come “Scenario tendenziale” (*business as usual*), è stato elaborato a partire dall'analisi delle serie storiche dei consumi rilevati nel periodo 2000-2004 e considerando opportuni scenari di evoluzione delle variabili socioeconomiche. Più nello specifico, per i consumi elettrici si è fatto riferimento allo scenario costruito da CESI (*Fonte: CESI, AIEE, Previsione tendenziale della domanda elettrica 2010-2030 su base regionale ed elementi di variabilità nella costruzione di scenari alternativi, 2005*), ipotizzando nel contempo anche un'evoluzione delle perdite di rete (parametro non considerato invece dal CESI).

Per gli altri vettori è stato definito uno scenario evolutivo per settore, modulato per il settore civile sullo scenario di evoluzione della popolazione ISTAT “ipotesi media” e sulla crescita dei consumi pro capite, per i settori industriale e agricolo sull'evoluzione dei rispettivi valori aggiunti e sui consumi energetici per unità di valore aggiunto. La suddivisione della domanda per combustibile è stata ottenuta inserendo, rispetto alle percentuali del 2004, modifiche che tengono conto dell'annullamento – previsto dalla normativa regionale – dei consumi di olio combustibile e carbone nel settore civile a favore del gas naturale e dell'elevato livello di penetrazione del gas naturale già raggiunto, in particolare nel settore industriale, in Lombardia.

Infine, per il settore trasporti, si è operato su uno scenario di evoluzione del parco veicolare lombardo appositamente costruito e sui consumi medi espressi in kg/veicolo*km dell'APAT per tre tipologie di strade (urbane, extraurbane e autostrade). Per il calcolo della percorrenza complessiva, espressa in veicoli*km, sono stati utilizzati i valori medi per classe veicolare della metodologia COPERT.

Secondo tale scenario, i consumi energetici al 2015 ammonterebbero a circa 30.000 ktep, con una crescita complessiva rispetto al 2004 del 16,5%. I vettori energetici che registrano il maggiore incremento sono il gasolio (+41%), da imputare agli usi nell'autotrazione, e l'energia elettrica (+24%). In quest'ultimo caso, il fabbisogno elettrico stimato al 2015 risulta pari a 82.651 GWh.

Per quanto riguarda invece la ripartizione secondo settori di consumo finale (Figura 2.3), i trasporti mostrano, secondo lo scenario elaborato, l'incremento più marcato (+25%), seguiti dall'agricoltura (+17%), dall'industria (+16%) e dal civile (+12%) (Figura 2.3).

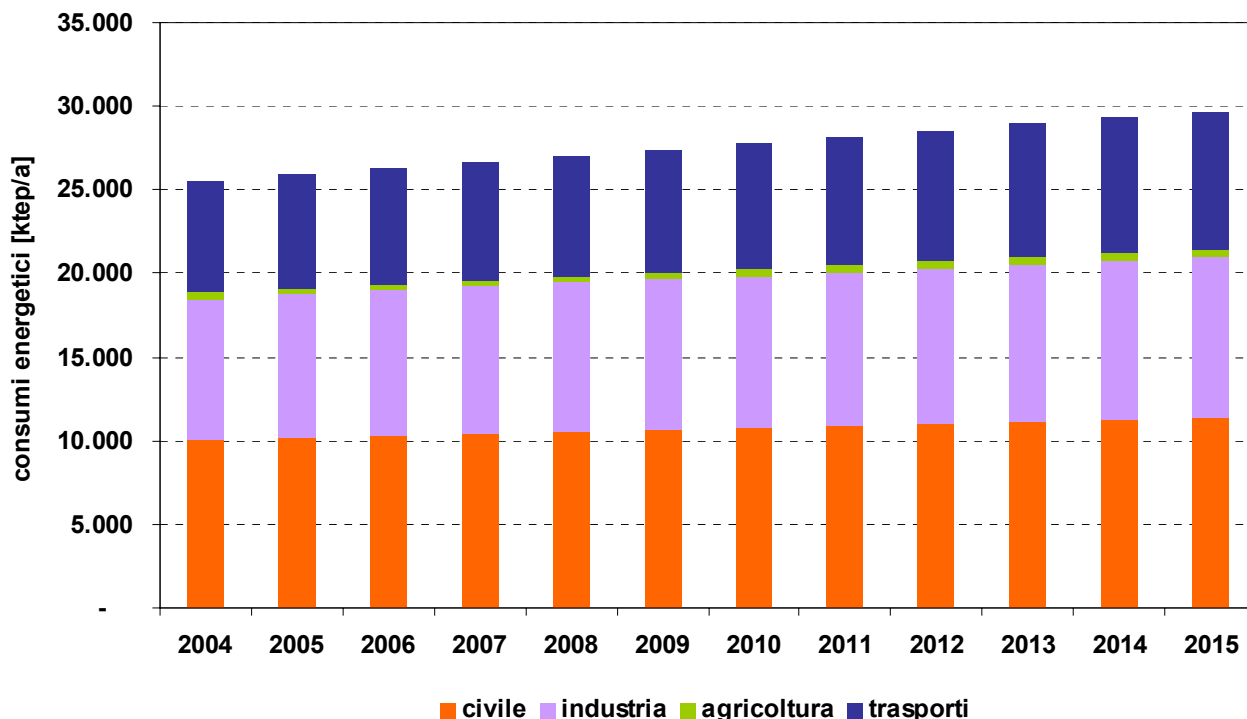


Figura 2.3 – Consumi energetici in Lombardia negli usi finali per settore, 2004- 2015
(Elaborazioni: Punti Energia).

Il consumo pro capite complessivo stimato al 2015 raggiunge i 3,16 tep/ab anno, registrando un aumento, rispetto al 2004 (2,76 tep/ab), pari a circa il 15%. Nel settore civile, l'incremento si rivela invece più contenuto (+10%): il consumo per abitante passa infatti da 1,09 tep/ab del 2004 a 1,20 tep/ab nel 2015.

2.2.2 Scenario di evoluzione dell'offerta di energia

Lo scenario di riferimento al 2015 è stato elaborato secondo due ipotesi differenti relativamente alla potenza installata e assumendo, per quanto riguarda il parco termoelettrico, diverse modalità di funzionamento (in termini di ore/anno di esercizio) (Tabella 2.4). In particolare, oltre al dato di riferimento di 5.500 ore/annue (peraltro già utilizzato nel PER 2003), sono stati considerati un valore cautelativo (4.000 ore/anno) e uno di massimo (6.600 ore/anno). Si è scelto di includere tra le opzioni plausibili anche un regime di funzionamento "misto", che tenga conto delle peculiarità tecnologiche del parco termoelettrico lombardo, ovvero considerando 5.500 ore/anno di funzionamento per le grandi centrali a ciclo combinato (impianti > 300 MW) e 4.000 ore/anno per tutti gli altri impianti.



| n. ore di funzionamento annue | Produzione netta (GWh) e scarto fabbisogno - produzione (%) | | | |
|-------------------------------|--|-------|----------|-------|
| | 2015 (a) | | 2015 (b) | |
| 4000 (46%)* | 59.101 | - 28% | 76.761 | - 7% |
| 5500 (63%)* | 77.961 | - 6% | 102.244 | + 24% |
| 6600 (75%)* | 91.792 | + 11% | 120.931 | + 46% |
| funzionamento misto | 73.812 | - 11% | 98.094 | + 19% |

NOTA * Si tratta della quota percentuale che indica il grado di funzionamento dell'impianto rispetto all'esercizio a pieno regime.

Tabella 2.4 – Scenari di evoluzione dell'offerta di energia al 2015 (Elaborazioni: Punti Energia).

Nell'ipotesi "a", per il parco termoelettrico sono stati considerati gli apporti aggiuntivi relativi ai progetti di nuove centrali e repowering già autorizzati e per l'idroelettrico si è assunta una riduzione della produzione pari al 6,5%, legata all'applicazione del Deflusso Minimo Vitale, rispetto alla produzione del 2005 comunque già ridotta.

Nell'ipotesi "b", per il parco termoelettrico sono stati invece considerati in aggiunta anche gli apporti relativi ai progetti di nuove centrali e repowering ancora in procedura di VIA (regionale e nazionale).

Il deficit è stato calcolato assumendo un fabbisogno elettrico al 2015 di 82.651 GWh.

2.2.3 Scenario di evoluzione delle emissioni di CO₂ e NO_x

Secondo lo Scenario tendenziale elaborato, che contempla anche le cosiddette *emissioni ombra*, le emissioni di gas serra (espresse in termini di CO₂ equivalenti) ammontano complessivamente, al 2015, a poco meno di 85 milioni di tonnellate, registrando un incremento, rispetto al 2004, di circa il 10%. Questa forte crescita è legata soprattutto al settore dei trasporti (+18%), che al 2015 è il secondo settore per importanza (28%) dopo le emissioni legate ai consumi di energia elettrica (33%).

Le emissioni legate ai consumi di energia elettrica, al di là della crescita registrata per il 2005 e attribuibile al forte calo della produzione idroelettrica (ed al conseguente aumento della quota di produzione termoelettrica), si mantengono sostanzialmente stabili nel decennio 2005-2015, in quanto la forte crescita del fabbisogno elettrico (+24%) viene controbilanciata dall'incremento dell'efficienza del parco termoelettrico lombardo, ad oggi in corso grazie all'attuazione dei vari progetti di revamping delle principali centrali. Quest'ultimo fenomeno sta consentendo il passaggio da rendimenti medi prossimi ai valori degli impianti tradizionali (circa il 40%) a rendimenti medi molto più elevati (50%, tenendo presente i rendimenti raggiunti dagli impianti turbogas a ciclo combinato oltre il 55%).

Negli altri settori la crescita delle emissioni si attesta intorno a valori del 10%.

Le emissioni di ossidi di azoto risultano invece costanti (-1% fra il 2004 e il 2015, da circa 189 mila a poco più di 186 mila tonnellate di NO_x) fenomeno dovuto alla contrazione del contributo del settore dei trasporti (-12%) e la relativa stabilità del contributo del settore elettrico (+4%). Quest'ultimo dato è da imputare alle ragioni precedentemente ricordate di miglioramento dell'efficienza di produzione e quindi alla necessità di bruciare meno combustibili a parità di consumi elettrici. Nel caso dei trasporti è stato previsto un fattore di emissione decrescente negli anni (unico settore ad avere questa caratteristica), in ragione delle migliori performance ambientali dei nuovi veicoli (Euro 4 ed Euro 5) raggiungibili conformemente alle Direttive europee che entreranno in vigore nei prossimi anni. Questa



riduzione dei fattori di emissione ha permesso di controbilanciare la crescita delle emissioni di ossidi di azoto.

2.3 Le emissioni di CO₂ e gli obiettivi del Protocollo di Kyoto

Per la verifica del raggiungimento degli obiettivi fissati dal protocollo di Kyoto, è stato introdotto uno “Scenario tendenziale” modificato (senza considerare il contributo delle *emissioni ombra*) rispetto a quello descritto in precedenza e riportato nel bilancio ambientale del “Quadro Conoscitivo”, indicato come “Scenario tendenziale ombra”. Se in tale contesto era in effetti più corretto considerare il peso delle emissioni indirettamente connesse ai consumi di energia elettrica (legate quindi anche alle importazioni) per una corrispondenza consumi energetici -> emissioni, nella verifica del rispetto del Protocollo di Kyoto si è invece ragionato in termini di emissioni effettivamente emesse in Lombardia per la produzione di energia elettrica.

Per il calcolo delle emissioni nello scenario futuro del settore elettrico si è fatto riferimento al trend dei consumi elettrici, tenendo conto che la produzione elettrica lombarda raggiunge al 2015 un deficit del 10% contro il 28% del 2004.

Nello “Scenario tendenziale” senza *emissioni ombra*, le emissioni di CO₂ (gas serra espressi in termini di CO₂ equivalenti) attribuibili ai consumi energetici lombardi risultano per il 2004 pari a circa 69.120 migliaia di tonnellate e sono stimate al 2012, secondo lo scenario indicato, in circa 80.000 migliaia di tonnellate (con un incremento pari a circa +15%). Questa crescita più accentuata rispetto allo “Scenario tendenziale ombra” è legata all'aumento delle emissioni dal comparto “produzione energia elettrica”, che nel 2012 raggiunge una produzione pari all'86% dei consumi elettrici (per ottenere l'obiettivo di deficit elettrico al 10% nel 2015).

Le emissioni calcolate nel bilancio ambientale sono legate a consumi energetici (con l'eccezione delle emissioni legate ai consumi aeroportuali, non conteggiate nei bilanci energetici regionali) e non considerano le emissioni di CO₂ attribuibili a processi produttivi ed attività di trattamento dei rifiuti che non prevedano combustione, agli effetti degli incendi boschivi o di altri fenomeni naturali. Questa parte energetica considerata è preponderante (quasi il 93%, INEMAR 2003), di conseguenza tutti i ragionamenti che seguono sono assolutamente significativi rispetto al Protocollo di Kyoto.

In Figura 2.4, accanto allo “Scenario tendenziale”, suddiviso per settori, è riportato l'obiettivo derivante dall'applicazione del Protocollo di Kyoto. Il valore ipotizzato per la Lombardia ammonta per il 2012 a circa 61.297 migliaia di tonnellate di CO₂, corrispondenti al 6,5% in meno delle emissioni lombarde nel 1990 (pari a 65,6 milioni di tonnellate di CO₂, valore stimato da APAT, con l'esclusione della quota legata agli assorbimenti), prevedendo una semplice applicazione della percentuale italiana di riduzione al contesto lombardo. Questo valore di target non è molto dissimile da quello derivante da approcci molto più articolati discussi nel lavoro di Fondazione Eni Enrico Mattei “*Determinazione degli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra per la Regione Lombardia e valutazione delle politiche di intervento - Progetto Kyoto Lombardia*”, studio che ipotizza un target di 61.866 migliaia di tonnellate per la Lombardia.

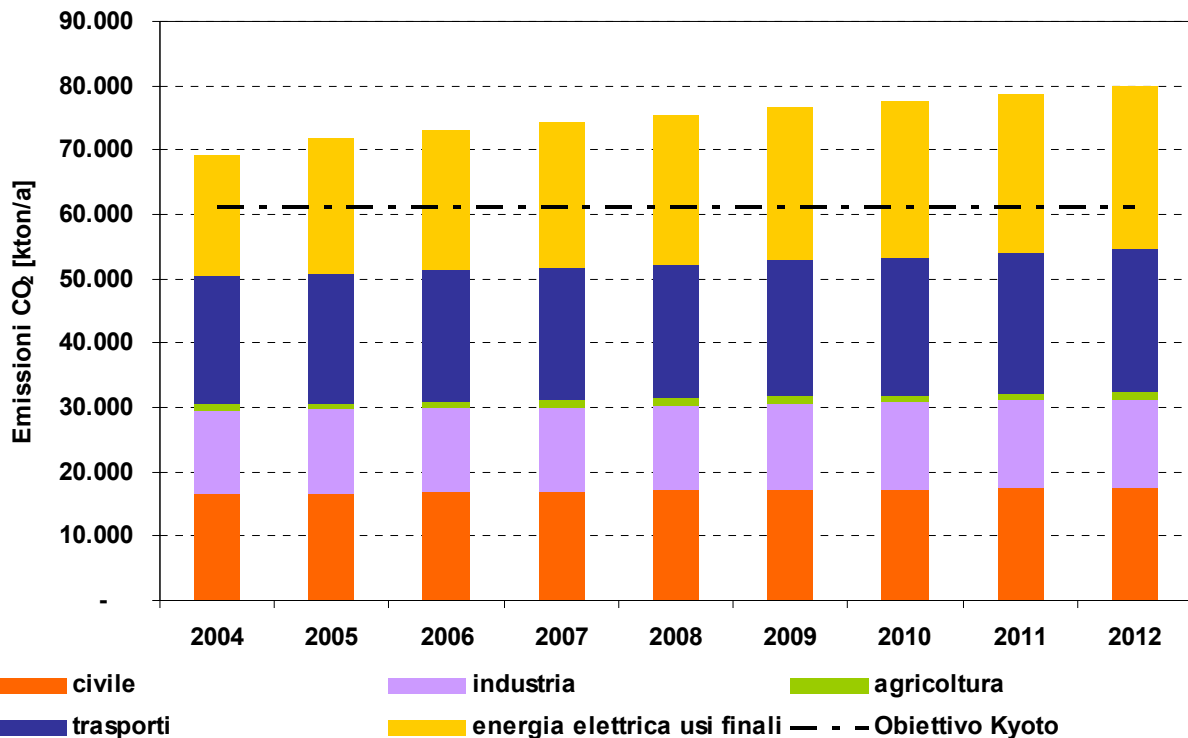


Figura 2.4 – Emissioni di CO₂ in Lombardia, per settore, secondo lo scenario evolutivo temporale “tendenziale” senza “emissioni ombra”, con indicazione dell’obiettivo di Kyoto (Elaborazioni: Punti Energia).

Mantenendo il valore obiettivo di 61,3 milioni di tonnellate, l’allontanamento dall’obiettivo del Protocollo di Kyoto può essere stimato al 2012 in 18,7 milioni di tonnellate. In termini percentuali si tratta di ottenere una riduzione complessiva del 28,5% delle emissioni di CO₂ rispetto al valore del 1990, ovvero un 22% in più (con una crescita, nel ventennio 1990-2012, pari a circa l’1% annuo, che ricorre nelle varie serie storiche analizzate), rispetto al 6,5% di riduzione delle emissioni del 1990, così come previsto dal Protocollo di Kyoto.

2.4 Le fonti rinnovabili e la verifica degli obiettivi del Programma Energetico Regionale 2003

L’analisi puntuale circa il reale stato di diffusione delle fonti rinnovabili sul territorio lombardo, condotta nella fase di aggiornamento del bilancio energetico regionale, ha permesso di quantificare il ruolo delle fonti rinnovabili in termini di potenza installata e di produzione di energia (elettrica e termica), verificando nel contempo lo stato di avanzamento rispetto agli obiettivi fissati nel PER del 2003 e agli obiettivi individuati dalla Direttiva europea 2001/77/CE (che ha fissato per l’Italia un contributo delle fonti rinnovabili sul consumo elettrico pari al 22%).

Sul territorio lombardo risultano installati a fine 2005 oltre 6.000 MW di potenza elettrica attribuibile ad impianti alimentati a fonti rinnovabili, il 95% dei quali relativi ad impianti idroelettrici (Tabella 2.5).



| Fonte | Potenza elettrica installata (MWe) | Potenza termica installata (MWt) |
|------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Idroelettrico | 5.777 | - |
| Rifiuti | 264 | 230 |
| Biomassa e biogas | 90 | 159 |
| Solare fotovoltaico * | 2,5 | - |
| Eolico | 0,02 | - |
| Solare termico | - | 9 |
| TOTALE | 6.134 | 398 |

NOTA * Non è stata considerata la potenza installabile con il Conto Energia.

Tabella 2.5 – Le fonti energetiche rinnovabili in Lombardia: potenza installata, 2005
(Elaborazioni: Punti Energia).

In termini di potenza elettrica installata, gli impianti alimentati a fonti energetiche rinnovabili rappresentano circa il 35% del parco impianti di produzione elettrica presenti in Lombardia. Nel 2004 la produzione di energia da fonti rinnovabili ha contribuito al soddisfacimento del fabbisogno energetico regionale per una quota pari a circa il 13%. Relativamente al consumo di energia elettrica complessiva, la produzione elettrica da fonti rinnovabili ha contribuito per una quota pari a circa il 21% (Figura 2.5). Più nello specifico, tra le fonti rinnovabili, l'idroelettrico, nonostante la riduzione di producibilità registrata negli ultimi anni, mantiene un ruolo determinante, con una quota che copre oltre l'85%, seguito dai rifiuti (11%) e dalle biomasse (solide e gassose, 2,5%). Marginali risultano gli apporti dell'eolico e del solare fotovoltaico.

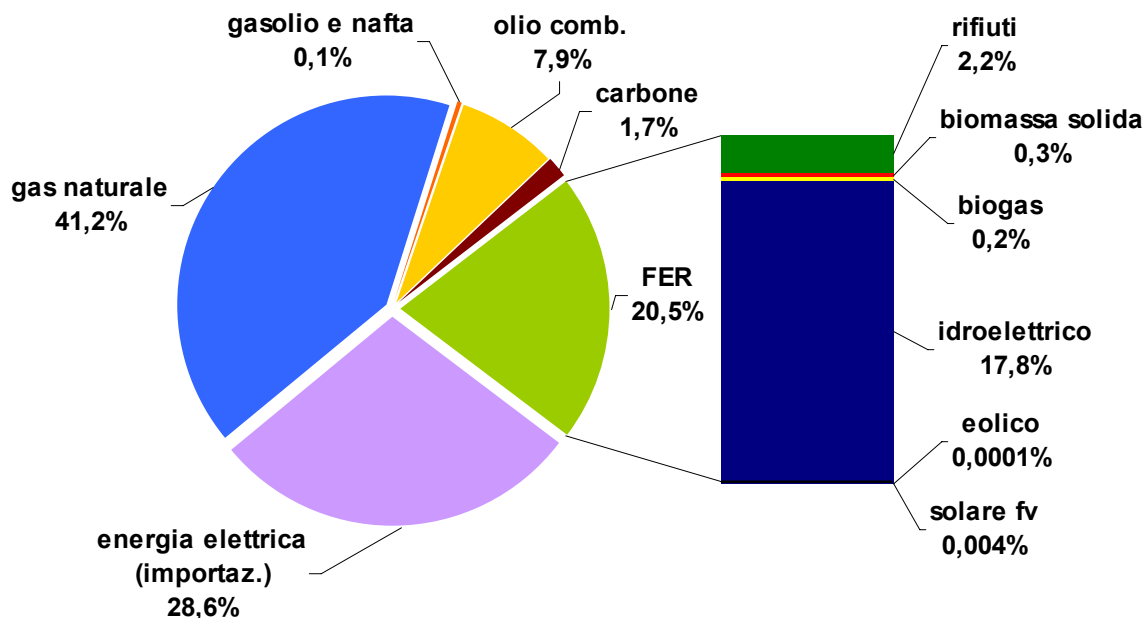


Figura 2.5 – Soddisfacimento domanda di energia elettrica in Lombardia: ripartizione per fonti e ruolo delle FER (Elaborazioni: Punti Energia).



All'interno del Programma Energetico Regionale (2003) è stato definito un dettagliato quadro di valutazione per le rinnovabili, sia in termini di potenzialità delle singole fonti sia degli investimenti fatti e previsti.

Nello specifico si riportano (Tabella 2.6) gli obiettivi quantitativi di sviluppo delle fonti rinnovabili individuati nel 2003 e il grado di raggiungimento al 2005, con i dati desunti dall'aggiornamento del bilancio energetico regionale.

| Fonte | Potenza installabile (MW) | | Producibilità (GWh) | | Energia primaria (ktep) | Raggiungimento (%) degli obiettivi al 2005 |
|----------------------------------|---------------------------|--------------|---------------------|---------------|-------------------------|--|
| | Termica | Elettrica | Termica | Elettrica | | |
| Biomasse | 699 | 48 | 2.376 | 288 | 246 | 101% (potenza elettrica) 18% (potenza termica) |
| Rifiuti* | 735 | 255 | 594 | 1.140 | 330 | 104% (potenza elettrica) 130% (energia prodotta) |
| Grande idro (aggiuntivo al 1999) | - | 200 | - | 600 | 110 | -- |
| Mini idro (aggiuntivo al 1999) | - | 174 | - | 670 | 123 | -- |
| Idroelettrico installato | - | 6.048 | - | 13.696 | 2.506 | 96% (potenza elettrica) 68% (energia prodotta) |
| Eolico | - | 11 | - | 22 | 4 | 0,2% (potenza elettrica) 0,2% (energia prodotta) |
| Solare termico | 20 | - | 35 | - | 5 | 29% (energia producibile) |
| Solare fotovoltaico | - | 8 | - | 11 | 4 | da bandi RL: 31% (potenza installata), 26% (energia prodotta) con Conto Energia: 163% (potenza installata) |
| Biocombustibili | | | 197,5 | | 17 | Dato non disponibile |
| Totale | 1.454 | 6.370 | 3.203 | 15.157 | 3.112 | |

NOTA * Nella verifica degli obiettivi sono stati considerati anche gli impianti a CDR (combustibile da rifiuti).

Tabella 2.6 – Obiettivi di sviluppo delle fonti rinnovabili (Regione Lombardia, Programma Energetico Regionale, 2003) e verifica dello stato di attuazione (Elaborazioni: Punti Energia).

Nei paragrafi successivi vengono sintetizzati gli esiti delle iniziative realizzate dalla Regione Lombardia negli ultimi anni per l'incentivazione e la promozione delle diverse fonti energetiche rinnovabili.

2.4.1 Il solare termico

La Regione Lombardia negli ultimi anni (2001-2005) ha attivato diversi bandi di co-finanziamento per l'installazione di collettori solari per la produzione di acqua calda ad usi igienico-sanitari, per un investimento complessivo di circa 3.000.000 di euro. Grazie a questi interventi di promozione, sono stati realizzati 1.252 impianti, per una superficie totale installata pari a 10.127 m² e una producibilità di circa 8.101.500 kWh.



2.4.2 Il solare fotovoltaico

In Lombardia, nell'ambito del Programma Tetti Fotovoltaici promosso dal Ministero dell'Ambiente, sono stati attivati due bandi di co-finanziamento per l'installazione di pannelli fotovoltaici. Grazie a questa misura, sono state finanziate 526 domande, per una potenza installata di 2.489 kWp (circa 20.000 m²).

Un impulso significativo alla diffusione del fotovoltaico in Lombardia deriva dagli interventi ammessi a tariffa incentivante ai sensi del "Conto Energia" (D.M. 28/07/05 e s.m.i): nel corso delle due sessioni del 2005 e della prima del 2006, sono state presentate domande per 1.059 impianti, per una potenza installabile pari a 15.140 kWp.

Considerando complessivamente i dati relativi agli impianti realizzati con i finanziamenti regionali e i dati riferiti agli impianti ammessi a beneficiare della tariffa incentivante del Conto Energia del GRTN (ora GSE), risulta una potenza installata o in corso di installazione in regione pari a 17.630 kWp (Tabella 2.7).

| Provincia | n. impianti | Potenza (kW) |
|---------------|--------------|---------------|
| Bergamo | 145 | 1.766 |
| Brescia | 381 | 4.170 |
| Como | 122 | 1.103 |
| Cremona | 119 | 1.088 |
| Lecco | 121 | 1.084 |
| Lodi | 33 | 336 |
| Mantova | 91 | 1.423 |
| Milano | 240 | 4.142 |
| Pavia | 57 | 454 |
| Sondrio | 94 | 986 |
| Varese | 182 | 1.078 |
| Totale | 1.585 | 17.630 |

Tabella 2.7 – Impianti ammessi alla tariffa incentivante del Conto Energia nelle due sessioni del 2005
(Fonte: GRTN, 2006; Elaborazioni: Punti Energia).

2.4.3 Le biomasse

Negli ultimi anni sono stati proposti in Lombardia 17 impianti alimentati a biomassa (di cui 7 ad oggi effettivamente realizzati), per una potenza elettrica e termica installata rispettivamente di circa 21 MWe e di 145 MWt (Tabella 2.8).

| | Impianti proposti | di cui realizzati |
|--|-------------------|-------------------|
| Numero degli impianti | 17 | 7 |
| Importo finanziato (€) | 28.294.917 | 13.700.569 |
| Potenza termica (MWt) | 145 | 56 |
| Potenza elettrica (Mwe) | 21 | 4,6 |
| Risparmio energetico (tep/anno) | 26.700 | 9.954 |
| Emissioni evitate (tonn/anno CO _{2eq}) | 110.370 | 50.894 |

Tabella 2.8 – Impianti alimentati a biomasse proposti in Lombardia
(Fonte: Regione Lombardia, Direzione Generale Reti, Servizi di Pubblica Utilità e Sviluppo Sostenibile).

Parallelamente nell'ambito degli interventi da finanziarsi con i Fondi Strutturali Comunitari, per le aree Obiettivo 2 (DocUP 2000-2006), sono stati realizzati altri tre interventi per un importo complessivo di circa 2,5 milioni di euro.

Nell'ambito del Piano di Sviluppo Rurale 2000-2006, sono state attivate diverse misure per l'incentivazione alla coltivazione di biomasse ai fini energetici, in particolare la Misura H 2.8 "Forestazione", attraverso la quale sono stati finanziati interventi di rimboschimento delle superfici agricole finalizzati alla produzione di biomassa per usi energetici.

Si ricorda che nel PER 2003 non venivano indicati obiettivi specifici per la produzione energetica da biogas. In realtà questa è una pratica che si sta diffondendo in Lombardia, in particolare come recupero energetico di reflui e cascami nelle aziende agricole. In questo contesto è stata promossa un'importante misura di finanziamento dalla Direzione Generale Agricoltura, con la DGR 16 dicembre 2004, n. VII/19861 "Azioni incentivanti per l'attuazione di programmi intesi a produrre energia da fonti rinnovabili in agricoltura". Sono stati finanziati 123 interventi, ora in corso di realizzazione, di cui ad oggi non si conoscono le caratteristiche impiantistiche ed energetiche.

2.4.4 L'idroelettrico

Attualmente sul territorio lombardo sono presenti 321 impianti idroelettrici, per una potenza installata di 5.777 MW.

Per il grande idroelettrico le risorse disponibili sul territorio sono tutte già sostanzialmente sfruttate e nel contempo le problematiche di impatto ambientale non sembrano consentire un ulteriore sviluppo del settore in termini di nuove installazioni. L'attenzione si è quindi spostata sugli impianti di piccola taglia, in particolare sulla tipologia ad acqua fluente (senza bacino di invaso). Si tratta, in questo caso, di impianti definiti come mini-idroelettrico (< 3 MW), realizzati sfruttando canali di irrigazione, acquedotti comunali e torrenti di montagna.

In questa direzione si sono orientate le iniziative sostenute a livello regionale in questi ultimi anni per la promozione dell'idroelettrico.

In particolare, mediante l'utilizzo dei Fondi Strutturali Comunitari (DOCUP - Obiettivo 2 2000-2006), sono stati realizzati 17 impianti mini-idroelettrici sfruttando nella quasi totalità dei casi condotte di acquedotti comunali (Tabella 2.9).

| | n. interventi finanziati | Tipologia | Contributo concesso | Producibilità (kWh/anno) |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Primo Bando | 7 | Idroelettrico su acquedotto comunale | 4.509.548 € | 6.078.599 |
| Secondo Bando | 10 | Idroelettrico su acquedotto comunale | 3.393.704 € | 2.161.898 |
| Totale | 17 | | 7.903.253 € | 8.240.497 |

Tabella 2.9 – Impianti ammessi al finanziamento tramite Fondi Strutturali Comunitari (DocUp Obiettivo 2, 2000-2006 Misura 3.4)

(Fonte: Regione Lombardia, Direzione Generale Reti, Servizi di Pubblica Utilità e Sviluppo Sostenibile).



2.5 Sicurezza energetica

2.5.1 Lo sviluppo tecnologico del parco termoelettrico

Il parco termoelettrico lombardo, con particolare riferimento agli impianti di potenza termica maggiore di 300 MW, ha vissuto in questi ultimi anni un rapido processo di miglioramento tecnologico (il cosiddetto “revamping”), che, oltre ad incrementare la potenza disponibile ed il suo rendimento elettrico, ove il “repowering” (ovvero incrementi di potenza) è stato “contenuto”, ha portato anche ad una riduzione dell’impatto ambientale.

Il risultato dipende dalla contemporanea sostituzione del combustibile utilizzato (si è passati da mix contenenti olio combustibile a turbine alimentate esclusivamente a gas naturale) e dall’introduzione delle migliori tecnologie di combustione, che hanno consentito di raggiungere un target di concentrazione nei fumi di NO_x molto più contenuto rispetto al passato, garantendo il pieno rispetto del limite dei 30 mg/Nm³.

Analizzando la tipologia dei combustibili utilizzati per la produzione elettrica, risulta che ad oggi il 77% della potenza installata riguarda gruppi alimentati esclusivamente a gas metano (nuovi turbogas e cicli combinati), rispetto ad un 19% relativo a gruppi alimentati con un mix di olio combustibile/gas naturale (gruppi di produzione convenzionali).

Inoltre, a seguito dei progetti di repowering/revamping e all’entrata in esercizio di nuove centrali a maggiore efficienza, il rendimento tecnologico del parco termoelettrico attualmente presente in regione (per gli impianti medio-grandi) potrà sensibilmente aumentare, raggiungendo valori mediamente pari al 50%, quando tutti gli impianti nuovi entreranno a pieno regime. Degli impianti termoelettrici presenti in Lombardia, il 79% della potenza installata prevede gruppi di generazione a ciclo combinato, il 14% gruppi turbogas semplici ed il restante 7% turbine convenzionali a vapore.

Il PER 2003 prevedeva, per il soddisfacimento del 90% del fabbisogno di energia elettrica al 2010 (stimato allora in 82.000 GWh, valore in eccesso dell’8% rispetto alle più recenti stime su cui è basato il lavoro di aggiornamento del Bilancio Energetico, all’interno PAE, ovvero 75.921 GWh), la necessità di installare ulteriori 6.100 MW di potenza termoelettrica, di cui:

- +2.000 MW: stima potenzialità connessa all’incremento del coefficiente di utilizzo e al repowering di centrali esistenti;
- +2.050 MW: potenza già autorizzata nel 2003;
- +750 MW: nuova centrale di Casei Gerola (con VIA regionale positiva);
- +1.300 MW: potenza aggiuntiva autorizzabile.

Sulla base della valutazione puntuale effettuata sui progetti di repowering che hanno interessato gli impianti termoelettrici presenti in Lombardia in questi ultimi anni e le nuove realizzazioni già in esercizio, è possibile definire un incremento di potenza installata, pari a +3.440 MW (sui 4.105 MW di nuova potenza rispetto al 2000, che si ottengono considerando, oltre ai 3.440 MW prima ricordati, altri 665 MW legati a centrali di piccola taglia a ciclo combinato e di cogenerazione). La potenza di 3.440 MW è così composta:

- 2.030 MW legati a processi di repowering (Tavazzano, Ponti sul Mincio, Mantova, Ostiglia, Sermide, Cassano, Turbigo);
- 1.410 MW derivanti dalle nuove centrali realizzate (Voghera, Ferrera Erbognone).



Occorre inoltre considerare ulteriori 1.037 MW riferiti a nuove centrali o progetti di repowering già autorizzati ma non ancora in esercizio, ossia gli impianti di Bertonico (la cui realizzazione ad oggi non ha ancora avuto inizio) e Dalmine (impianto in fase avanzata di costruzione e la cui operatività è prevista per la prima metà del 2007), uniti al potenziamento della esistente centrale di Turbigo (in fase di realizzazione).

Alla luce delle nuove stime del fabbisogno elettrico e del rinnovato parco termoelettrico, che consente di fare ipotesi più ottimistiche sul numero di ore di funzionamento degli impianti, è stato quindi ricalcolato lo scenario di dipendenza energetica.

In particolare, è stato costruito il quadro aggiornato di evoluzione dell'offerta di energia al 2010 (scenario elaborato in coerenza con il PER 2003) e al 2015 (anno di riferimento per gli scenari energetici elaborati all'interno del PAE), considerando come scenario più probabile quello che considera un regime di funzionamento per gli impianti termoelettrici "misto" (cfr. § 2.2.1). A questi valori di energia termoelettrica prodotta è stata aggiunta l'energia prodotta nel 2005 da centrali idroelettriche diminuita, a maggiore cautela, del 6,5% (riduzione connessa all'applicazione del Deflusso Minimo Vitale). Secondo questo scenario al 2010, considerando un fabbisogno elettrico di 75.921 GWh, si raggiunge un deficit del 9% (pari a 7.812 GWh), mentre, al 2015, il deficit sale, nello stesso scenario, al 17% (pari a 14.543 GWh). E' tuttavia necessario tenere conto anche dei seguenti contributi (dettagliati nella Tabella 2.10):

- contributo derivante dall'entrata in esercizio di impianti alimentati a fonti rinnovabili, pari a 414 GWh, attualmente in progetto, che hanno richiesto al GSE (Gestore del Sistema Elettrico) la qualifica IAFR (Impianti Alimentati a Fonti Rinnovabili);
- contributo connesso agli interventi di razionalizzazione sulla rete elettrica previsti da TERNA, per complessivi 200 GWh;
- progetti di nuove centrali e repowering già autorizzati (equivalenti ad una potenza di 1.037 MW).

In questo modo, il deficit rispetto al fabbisogno elettrico regionale scende, al 2010, al 2% (pari ad una equivalente potenza aggiuntiva installabile di 272 MW) e, al 2015, al 10% (pari ad una equivalente potenza aggiuntiva installabile di 1.495 MW).

| | | | 2010 | 2015 |
|----------|--|---------------|-----------------|--------------------|
| A | Fabbisogno elettrico totale | GWh | 75.921 | 82.651 |
| B | Produzione interna destinata al consumo (parco centrali 2005) | GWh | 68.108 | 68.108 |
| C | Fabbisogno aggiuntivo di energia elettrica (A - B) | GWh | 7.812 | 14.543 |
| | | | | |
| D | Incremento produzione elettrica da FER (IAFR in progetto) | GWh | 414 | 414 |
| E | Contributo interventi di razionalizzazione e riduzione perdite rete (TERNA) | GWh | 200 | 200 |
| | | | | |
| F | Fabbisogno aggiuntivo termoelettrico di energia [C - (D + E)] | GWh | 7.198 | 13.928 |
| G | Fabbisogno di potenza termoelettrica installata (considerando 5.500 ore di funzionamento annuo - valore medio) | MW | 1.309 | 2.532 |
| H | Potenza termoelettrica aggiuntiva già autorizzata (Bertonico + Turbigo + Dalmine) | MW | 1.037 | 1.037 |
| | | | | |
| I | DEFICIT (G - H) | MW (%) | 272 (2%) | 1.495 (10%) |

Tabella 2.10 – Scenari di produzione di energia elettrica al 2015
(Elaborazioni: Punti Energia).



Oltre alla stima del fabbisogno elettrico totale o medio (rigo A della precedente Tabella 2.10), con la relativa potenza aggiuntiva installabile (rigo I della Tabella 2.10), occorre anche considerare la capacità del parco elettrico regionale di soddisfare la richiesta di punta giornaliera. La richiesta di picco stimabile al 2015 è pari a 13.760 MW (il 46% in più rispetto al fabbisogno medio), a fronte di una potenza installata, al 2015, di circa 17.314 MW (di cui 5.777 idroelettrici).

In base all'analisi della situazione nazionale al 2005 riportata da Terna, secondo cui la capacità di risposta alla domanda di picco equivale al 67% della potenza installata degli impianti termoelettrici e al 65% della potenza installata degli impianti idroelettrici, è possibile individuare, per la Lombardia, tenuto fermo l'obiettivo del PER 2003 di ridurre il deficit al 10%, una potenza termoelettrica aggiuntiva installabile al 2015 pari a 894 MW.

Entrambi gli scenari considerati sono cautelativi, in quanto non tengono conto delle seguenti azioni previste dal PAE (cfr. il Capitolo 3):

- una riduzione del fabbisogno elettrico al 2010/2015:
 - legato a politiche di riduzione e contenimento della domanda elettrica;
 - legato alla diffusione di sistemi di produzione di energia ad alta efficienza (cogenerazione, trigenerazione, microcogenerazione, ecc.) sia a livello del settore industriale sia del settore civile e in particolare nel terziario;
- un contributo aggiuntivo legato all'entrata in esercizio di nuovi piccoli impianti (principalmente autoproduttori);
- un contributo aggiuntivo legato all'entrata in esercizio di nuovi impianti funzionanti a biomassa e rifiuti.

L'insieme di queste considerazioni, che certifica, anche in termini cautelativi, un potenziale equilibrio tra domanda e offerta di energia elettrica (nel deficit obiettivo del PAE del 10%), conferma l'avvenuto superamento della logica di programmazione individuata nel 2003 dal PER ed evidenzia come non sia più urgente la necessità di nuovi impianti. Si sottolinea, tra l'altro, come l'obiettivo di autosufficienza o comunque di riduzione ai minimi termini del deficit regionale non sia certamente più una necessità in una situazione di mercato dell'energia che, da un lato, consente l'import e l'export interregionale ed estero e, dall'altro, fa sì che il funzionamento o meno degli impianti sia fortemente legato a meccanismi economici di valutazione della convenienza a produrre e quindi vendere l'energia elettrica in determinate ore e giorni dell'anno, per cui un aumento della potenza installata non è detto corrisponda ad un aumento dell'energia elettrica prodotta.

Stante il sostanziale raggiungimento dell'obiettivo della sicurezza energetica e considerati gli obiettivi "ambientali" del PAE, che prevedono il rispetto del protocollo di Kyoto e la riduzione delle emissioni di ossidi di azoto, appare pertanto importante evidenziare i seguenti criteri che eventuali nuovi impianti di produzione di energia elettrica dovranno garantire:

- una riduzione dell'impatto emissivo locale in termini di diminuzione delle emissioni di tutti gli inquinanti;
- una riduzione delle emissioni di CO₂, eventualmente attraverso meccanismi compensativi.



Questi obiettivi molto restrittivi potranno essere raggiunti solo attraverso il revamping di impianti termoelettrici esistenti, ove la componente di repowering sia ridotta, oppure da impianti caratterizzati da una forte componente cogenerativa, ove siano sostitutivi di caldaie esistenti obsolete con significative emissioni inquinanti. Saranno derogati ovviamente gli impianti a combustione di fonti rinnovabili, alla luce della loro importanza rispetto al Protocollo di Kyoto e agli obiettivi europei rispetto alla diffusione delle stesse fonti. Sarà in ogni caso necessario, anche per tali impianti, dimostrare il rispetto delle BAT (Best Available Technologies) di settore, in modo da minimizzare l'impatto locale, non sempre trascurabile (si veda il caso degli impianti alimentati a biomassa e/o rifiuti), e verificare una collocazione ottimale rispetto ai criteri di criticità atmosferica previsti dal Piano Regionale di Risanamento della Qualità dell'Aria.

2.5.2 Lo sviluppo della rete elettrica

Il Piano di sviluppo della rete elettrica nazionale 2006 è lo strumento con cui Terna Spa gestisce le problematiche esistenti nel funzionamento della rete di distribuzione nazionale e strategicamente pianifica gli interventi volti ad impedire che si generino nel tempo criticità connesse a:

- incremento del fabbisogno di energia elettrica;
- ampliamento del parco di generazione e conseguente incremento dei transiti di potenza sulla rete.

Gli interventi previsti per i prossimi anni sono finalizzati a garantire, nel rispetto dei vincoli ambientali, standard di sicurezza, efficienza ed economicità per il servizio di trasmissione. La pianificazione di medio e lungo termine è preordinata alla soluzione del rischio di sovraccarico sulla rete di trasporto primaria, ossia quella a 380 e 220 kV, che risulta particolarmente alto per l'area di Milano, a causa della limitata capacità di trasporto della rete che alimenta la metropoli e per la presenza di forti transiti di potenza dal Piemonte e dai poli di produzione di Roncovalgrande, Turbigo, Tavazzano e Cassano verso i centri di carico del Milanese.

Gli elettrodotti esistenti nell'area Milanese, in cui maggiore è la densità dei consumi, si caratterizzano per un'insufficiente capacità di trasporto e le stazioni AAT/AT (Altissima ed Alta tensione) esistenti hanno una capacità di trasformazione non adeguata. L'area inoltre si configura come una delle zone a maggiore criticità per la sicurezza sulla rete secondaria a 150-132 kV.

Il Piano di sviluppo prevede anche i rinforzi strutturali necessari a consentire la piena operatività di tutti i nuovi impianti di produzione di energia e limitare così le congestioni sulla rete nazionale. Terna infatti, in qualità di soggetto concessionario dell'attività di trasmissione, ha l'obbligo di connettere alla rete tutti i soggetti che ne facciano richiesta, senza compromettere la continuità del servizio.

Nel corso degli ultimi anni, si è assistito ad un graduale rinnovamento del parco di generazione sul territorio nazionale, caratterizzato principalmente dalla trasformazione in ciclo combinato di impianti esistenti e dalla realizzazione di nuovi impianti.

Complessivamente, tra il 2002 e il 2005, sono state autorizzate nuove centrali per una potenza di 6.910 MW, il 60% delle quali si situano nell'area Nord-Ovest. Nell'intera



Lombardia inoltre, tra il 2006 e il 2010, entreranno in funzione nuovi impianti per circa 1.375 MW.

La Lombardia, che, in analogia con l'area Nord del Paese, si configura già attualmente come area congestionata, ospiterà gran parte della nuova capacità produttiva e sarà quindi esposta ad un maggiore rischio di compromissione delle condizioni di sicurezza sulla rete.

In Figura 2.6 sono illustrate le sezioni di rete nelle quali è prevedibile, nel breve-medio periodo, l'insorgenza delle maggiori criticità di esercizio, in grado di mettere in forse il pieno sfruttamento delle risorse produttive. In particolare, si tratta delle aree comprese tra il Piemonte e la Lombardia, a causa dei notevoli flussi di potenza in direzione Ovest – Est che andranno ad appesantire i transiti già elevati verso i nodi di Turbigo e Castelnuovo, nella zona di Turbigo e Roncovalgrande, e tra la Lombardia ed il Nord dell'Emilia Romagna, sezione in cui transiteranno sia la produzione della Lombardia sia quella proveniente dal Piemonte.



Figura 2.6 - Sezioni di rete caratterizzate dalle maggiori criticità di esercizio nell'area Nord dell'Italia
(Fonte: Terna Spa, Piano di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale, 2006).

2.5.2.1 Principali interventi realizzati nel 2005

Nel corso del 2005 l'unico intervento significativo sulla rete di trasmissione in Lombardia concerne la linea a 380 kV di circa 42 km "S. Fiorano – Robbia", volto al potenziamento della capacità di interconnessione e di scambio di energia elettrica con la Svizzera, entrata in servizio all'inizio del 2005.

2.5.2.2 Piano di Sviluppo di breve-medio termine

Il Piano di Sviluppo di breve e medio termine contempla provvedimenti che perseguono molteplici finalità.

Nella Tabella 2.11 sono riportati gli interventi intesi a garantire la copertura in sicurezza del fabbisogno nazionale, operando il rinforzo di particolari sezioni critiche della rete e la



rimozione dei vincoli che condizionano il funzionamento degli impianti di generazione, e gli interventi volti a garantire la sicurezza locale contro il rischio di disalimentazione del carico e del mancato rispetto dei limiti statici consentiti per i valori della tensione nei nodi della rete.

| ATTIVITÀ PER LA SICUREZZA DELLA COPERTURA DEL FABBISOGNO NAZIONALE | | |
|--|-----------------|---|
| Nuovi elettrodotti | Tensione | Caratteristiche |
| Trino – Lacchiarella | 380 kV | Nuovo elettrodotto a 380 kV in doppia terna, che collega le stazioni di Trino (VC) e Lacchiarella (MI). L'intervento mira a favorire la trasmissione di potenza in sicurezza, in considerazione della nuova generazione che si renderà disponibile nel Nord-Ovest del Paese, verso l'area di carico della città di Milano, con una contestuale sensibile riduzione delle perdite di trasmissione. |
| Turbigo - (Rho) Bovisio | 380 kV | Nuovo tratto di linea a 380 kV da Turbigo a Rho (MI) e nuovo collegamento dello stesso alla seconda terna presente sulla palificazione della linea Baggio – Bovisio. L'intervento punta a migliorare la sicurezza di esercizio della rete di trasmissione nell'area di Milano e a risolvere le congestioni di rete nel nodo di Turbigo e sulla sezione critica Ovest-Est. E' previsto anche il successivo prolungamento dell'elettrodotto fino alla stazione di Ospiate, ripristinando la doppia terna Baggio – Bovisio. |
| Razionalizzazione in provincia di Lodi (ex La Casella – Caorso) | 380 kV | Nuovo elettrodotto in doppia terna, che si attesterà alla rete a 380 kV afferente alle stazioni di La Casella e Caorso, necessario per assicurare il rispetto delle condizioni di sicurezza ed evitare possibili limitazioni alla produzione delle centrali (attuali e previste in futuro) collegate alla rete a 380 kV dell'area Nord-Ovest del Paese. La soluzione ottimale per gli aspetti ambientali prevede la localizzazione delle nuove opere nella Lombardia e fornirà l'opportunità di razionalizzare il sistema di rete AT del Lodigiano. |
| ALTRI INTERVENTI PER LA SICUREZZA LOCALE | | |
| Potenziamento della rete a 220 kV per l'alimentazione del carico della città di Milano | 220 kV | Consistenti interventi di rinforzo e razionalizzazione della rete AAT sul territorio milanese, finalizzati a garantire anche in futuro la sicurezza di alimentazione delle utenze elettriche, diminuendo la probabilità di energia non fornita e assicurare un migliore deflusso della potenza generata nell'area. Interventi prioritari previsti: - nuovo elettrodotto in cavo a 220 kV Gadio - Porta Volta; - raccordo a 220 kV alla stazione di Verderio della linea in d.t. a 220 kV Grosio - Ricevitrice Nord, di proprietà AEM, prevedendo la messa in continuità delle linee 220 kV Verderio-Cislago e Verderio-Dalmine e l'ammazzettamento dei collegamenti (collegamento Verderio- Ricevitrice Nord). Interventi successivi previsti: - nuovo elettrodotto a 220 kV Baggio - Ricevitrice Ovest; - nuovo elettrodotto in cavo a 220 kV Ricevitrice Sud - Porta Venezia. E' previsto, inoltre, il potenziamento del cavo 220 kV Ricevitrice Sud - Ricevitrice Ovest. Verrà anche potenziato l'impianto di Porta Volta e saranno attivati i necessari stalli nelle stazioni prima ricordate. Verranno inoltre potenziati i collegamenti in cavo interrato a 220 kV Ricevitrice Ovest – Gadio, Gadio – Ricevitrice Nord” e Porta Volta – Porta Venezia. |

Tabella 2.11 - Principali interventi volti a garantire la sicurezza della RTN nel breve – medio periodo
(Fonte: Terna Spa, Piano di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale, 2006).

Parte dei provvedimenti programmati nel medio periodo si riferiscono al rifasamento della rete di trasmissione, volto a contenere il previsto aumento del carico, influenzato negli ultimi tempi anche da “fattori di potenza” mediamente più bassi, dovuti alla crescente



diffusione degli impianti di condizionamento dell'aria e agli attesi aumenti dei livelli di importazione di energia elettrica.

Nella Tabella 2.12 sono elencati gli altri interventi previsti nel breve-medio periodo sulla rete di trasmissione ubicata in Lombardia.

| Intervento | Tensione | Caratteristiche | Anno |
|--|----------|---|------|
| Stazione 380 kV Bulciago (LC) | 380 kV | Per garantire agli utenti della rete adeguati livelli di qualità del servizio, sarà installata sulla sezione a 132 kV della stazione elettrica di Bulciago una batteria di condensatori da 54 MVAR. | 2006 |
| Elettrodotto 132 kV Bulciago - Salice | 132 kV | I tratti di linea affiancati Bulciago - Nibionno - Salice, di proprietà ENEL Distribuzione, e Bulciago - der. Giussano - Mariano della RTN fino all'altezza della C.P. Salice saranno ricostruiti e potenziati, per una capacità di trasporto equivalente a quella di conduttori AA585 mm ² , accoppiandoli in un'unica doppia terna nel tratto tra Bulciago e Salice. L'intervento consentirà di realizzare i collegamenti Bulciago - der. Giussano - Mariano (RTN) e Bulciago - Nibionno - Salice (ENEL Distribuzione). | 2006 |
| Elettrodotto 380 kV Turbigo - (Rho) Ospiate | 380 kV | Prolungamento del tronco di linea a 380 kV Turbigo - Rho fino a Ospiate, per ottenere un collegamento diretto Turbigo - Ospiate e nel contempo mantenere in servizio entrambe le terne della linea a 380 kV Baggio - Bovisio. Saranno realizzati i collegamenti a 380 kV Turbigo-Ospiate, Baggio, Bovisio, Baggio-Ospiate, Ospiate-Bovisio. L'intervento consentirà di migliorare la flessibilità e la sicurezza di esercizio della rete e garantirà una migliore alimentazione dell'area urbana di Milano e una riduzione del rischio di congestione di rete. | 2006 |
| Razionalizzazione 220 kV Valcamonica (Fase A1) | 220 kV | Nei termini stabiliti e con le modalità definite nell'Accordo di Programma (AdP) sottoscritto presso il Ministero delle Attività Produttive in data 24 giugno 2003, in correlazione alla realizzazione della linea in doppia terna a 380 kV San Fiorano - Robbia, sono in corso le attività della cosiddetta "Fase A1" della razionalizzazione dei sistemi elettrici che interessano il territorio della Valcamonica. In tale fase si prevede la trasformazione in cavo interrato di linee a 220 e 132 kV presenti nell'area e la realizzazione di alcune varianti. Contestualmente verranno adeguati alla portata dei nuovi collegamenti tutti gli elementi di impianto della Stazione annessa alla C.le di Sonico, di proprietà EDISON. Le attività sono condizionate alla realizzazione della nuova stazione 220 kV di Cedegolo. | 2009 |
| Stazione 220 kV Cedegolo (BS) | 220 kV | Al fine di ottimizzare le connessioni alla rete nel quadro delle attività di razionalizzazione della Valcamonica (Fase A), verrà eseguito il rinnovo e potenziamento della esistente stazione 220/132 kV di proprietà EDISON Rete. | 2009 |
| Razionalizzazione 220 kV Alta Valtellina (Fase A2) | 220 kV | Nei termini stabiliti e con le modalità definite nell'Accordo di Programma (AdP) sottoscritto presso il Ministero delle Attività Produttive in data 24 giugno 2003, in correlazione alla realizzazione della linea in doppia terna a 380 kV San Fiorano - Robbia, sono in corso le attività della cosiddetta "Fase A2" della razionalizzazione dei sistemi elettrici che interessano il territorio dell'Alta Valtellina. In tale fase si prevede la trasformazione in cavo interrato di linee a 132 kV presenti nell'area, la realizzazione di alcune varianti di raccordo e la realizzazione di alcune stazioni sul livello 132 kV. Le attività sono condizionate alla realizzazione delle stazioni 132 kV di Lovero, Grosotto e Stazzona. | 2009 |
| Raccordi 132 kV Induno - Cagno (VA) | 132 kV | Al fine di migliorare le condizioni d'esercizio ed eliminare commistioni di impianti di competenza trasmissione/distribuzione, la rete AT in uscita dalla stazione di Cagno (VA) sarà interessata da un riassetto che porterà alla realizzazione di due distinte direttrici a 132 kV (Induno-Cagno), RTN, e Faloppio-Cagno, ENEL Distribuzione), in sostituzione dell'attuale elettrodotto a tre estremi Cagno-Faloppio-der. Induno. | 2008 |
| Elettrodotto 132 kV Novara Sud - Magenta | 132 kV | Al fine di completare il potenziamento della direttrice a 132 kV Novara Sud - Sarpom (NO)-Sariò (MI)-Sondel Boffalora (MI)-Magenta (MI) con conduttori in AA da 585 mm ² , rimane da realizzare il potenziamento del tratto Sarpom - Sariò. Note : La direttrice, nel tratto Sariò - Magenta, è già dotata di conduttori in AA da 585 mm ² e il potenziamento del tratto Trecate - Sarpom è stato completato. | 2009 |

Tabella 2.12 - Altri interventi previsti nel breve – medio periodo

(Fonte: Terna Spa, Piano di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale, 2006)



2.5.2.3 Piano di Sviluppo di lungo termine

Il Piano di sviluppo di lungo termine presenta le possibili azioni di sviluppo meno urgenti, individuate in risposta alle criticità di maggiore rilevanza previste sulla rete, con riferimento agli scenari di produzione attesi per il quinquennio successivo al prossimo. Tali interventi (Tabella 2.13) apporteranno concreti benefici solo a seguito del completamento di altre opere di sviluppo ad essi propedeutiche.

| INTERVENTI DI SVILUPPO PER LA RIDUZIONE DELLE CONGESTIONI DI RETE | | |
|--|----------|--|
| Nuovi elettrodotti | Tensione | Caratteristiche |
| Potenziamento della capacità di trasporto a 380 kV da Voghera (PV) a La Casella (PC) | 380 kV | In considerazione della realizzazione di nuove centrali in ciclo combinato e della futura interconnessione con la Francia, è prevista la realizzazione di un nuovo elettrodotto a 380 kV in uscita dalla stazione di smistamento di Voghera verso il nodo a 380 kV di La Casella (PC). |
| Nuovo elettrodotto a 380 kV dall'area di Mantova a quella di Modena | 380 kV | E' prevista la realizzazione un nuovo collegamento a 380 kV tra il polo produttivo di Mantova e i centri di carico del Modenese. L'intervento consentirà di ridurre significativamente le perdite di rete e di migliorare la sicurezza di alimentazione dei carichi nel Nord dell'Emilia. |
| Razionalizzazione 380 kV Media Valtellina (Fase B) | 380 kV | In base a quanto stabilito nell'Accordo di Programma (AdP) firmato presso il Ministero delle Attività Produttive in data 24 giugno 2003, a valle del completamento degli interventi relativi alla "Fase A" della razionalizzazione in Valcamonica e Alta Valtellina, conseguente alla realizzazione dell'elettrodotto San Fiorano - Robbia, si procederà nella cosiddetta "Fase B" della razionalizzazione, con interessamento soprattutto del territorio della Media Valtellina. Si prevede la dismissione dalla RTN di estesi tratti di linee a 220 e 132 kV, a fronte della realizzazione di tre nuove stazioni elettriche a 380 kV, che svolgeranno principalmente funzione di raccolta della produzione idroelettrica della Lombardia settentrionale e che, a fronte della realizzazione di nuove linee a 380 kV, trasmetteranno la potenza generata verso l'area di carico di Milano. La realizzazione degli impianti a livello 380 kV risulta propedeutica all'esecuzione degli interventi su livello 220/132 kV. Una volta realizzati gli interventi sul livello 380 kV, verranno eseguiti quelli sulle linee 220 kV e 132 kV. |
| Stazione 220 kV Sud Milano (MI) | 220 kV | La crescita dei carichi nell'area Sud di Milano ha evidenziato la necessità di un intervento di potenziamento della rete. E' stata individuata la possibilità di realizzare una nuova stazione a 220 kV in prossimità dell'esistente C.P di Vaiano Valle (ENEL Distribuzione), sulla quale saranno installate opportune trasformazioni 220/132 kV. Potranno così essere ridotti i transiti sulla limitrofa rete a 132 kV e garantito un incremento della flessibilità di esercizio. |

Tabella 2.13 Interventi di sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale in Lombardia previsti nel lungo periodo (Fonte: Terna Spa, Piano di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale, 2006).

2.5.3 Lo sviluppo della rete del gas

Il Piano di realizzazione di nuova capacità e di potenziamento della rete di trasporto di SNAM Rete Gas S.p.A. programma gli interventi sulla Rete Nazionale e sulla Rete Regionale dei Gasdotti da avviare negli anni futuri, ossia entro il prossimo quadriennio. Tali attività saranno destinate prevalentemente a potenziare il sistema d'importazione, per il quale si prevede il completamento delle opere dedicate all'importazione dalla Russia e di quelle relative ai potenziamenti della direttrice da Sud. I restanti progetti di sviluppo sono volti a potenziare le altre direttrici di trasporto nazionale e sono localizzati prevalentemente nelle aree del Basso Piemonte e del Nord-Est. In Lombardia sono in corso di realizzazione le opere relative al metanodotto Mortara – Alessandria, per una lunghezza di 44 km.



Nell'ambito del programma di estensione e di potenziamento della rete di trasporto regionale lombarda, si prevede il potenziamento della derivazione per Abbadia Lariana (Lombardia) ed il potenziamento nella Lombardia orientale (Bergantino – San Giorgio di Mantova, Azzano Mella – Travagliato, Travagliato - Mornico al Serio, Mornico al Serio - Zanica).

Sono stati inoltre avviati i metanodotti Lainate – Olgiate Olona, Sergnano – Castrate.

Sono stati individuati anche numerosi allacciamenti di nuove centrali termoelettriche, impianti industriali e reti di distribuzioni, parte dei quali sono già stati avviati.

In Figura 2.7 sono riportati i principali interventi previsti sul territorio lombardo.

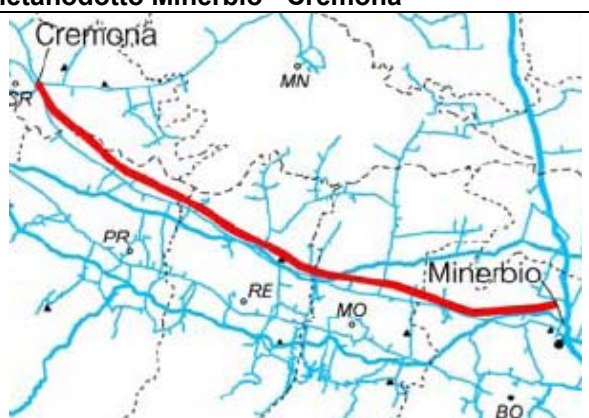


| | |
|--|--|
| <p>Metanodotto Minerbio - Cremona</p>  | <p>Il progetto prevede la posa di un nuovo metanodotto (diametro DN1200) per circa 140 km. Il metanodotto potenzierà i metanodotti esistenti per consentire il trasporto del gas sulla direttrice Est-Ovest della Pianura Padana nel contesto degli incrementi previsti nella zona. Il nuovo metanodotto consentirà inoltre la sostituzione di strutture esistenti lungo la medesima direttrice.</p> |
| <p>Metanodotto Bergantino- S. Giorgio di Mantova</p>  | <p>Il progetto prevede la posa di un metanodotto (diametro DN 750) per 36 km di condotta, con entrata in esercizio prevista per febbraio 2008. L'opera consentirà di adeguare le prestazioni della rete a quanto richiesto dalle nuove iniziative termoelettriche nell'area di Mantova. Costituirà inoltre un'importante magliatura della rete regionale, collegando l'area di Mantova alla direttrice Zimella – Minerbio.</p> |
| <p>Potenziamento rete regionale Lombardia Orientale</p>  | <p>Il potenziamento prevede la posa di tre metanodotti contigui (diametro DN 500) di rete regionale (Mornico al Serio – Zanica avviato nel 2003; Azzano Mella – Travagliato e Travagliato – Mornico al Serio, avviati nel 2004), per uno sviluppo complessivo di circa 46 km. L'entrata in esercizio è prevista per la fine del 2007. Tali opere consentiranno di potenziare le strutture di trasporto regionale nelle province di Bergamo e Brescia, adeguandone le prestazioni alla crescita del mercato di gas naturale nelle aree interessate.</p> |

Figura 2.7 - Interventi previsti sulla Rete Nazionale e Regionale dei Gasdotti (Fonte: SNAM Rete Gas SpA, Piano di realizzazione di nuova capacità e di potenziamento della rete di trasporto, 2005)



2.5.4 Programma di sviluppo dello stoccaggio del gas

Sul territorio lombardo è in previsione la realizzazione di un nuovo sito di stoccaggio a Bordolano, in provincia di Cremona, che dovrebbe garantire lo stoccaggio di circa 1.440 milioni di metri cubi, dato in concessione in capo a Stogit.

In provincia di Lodi, nel Comune di Cornegliano, si prevede di utilizzare un giacimento per una capacità nominale di 590/1.010 milioni di metri cubi. L'ipotesi di entrata in servizio a regime è prevista non prima di sette anni (l'istruttoria è tuttora in fase avanzata: redazione della VIA).

3 Le Misure del Piano d'Azione per l'Energia

3.1 Premessa

Sulla base degli **obiettivi strategici** e delle **linee di intervento** prefissate, nonché alla luce dell'analisi relativa al sistema energetico regionale, così come evidenziata nel commento all'aggiornamento del Bilancio energetico regionale (cfr. Capitolo 2), è stato delineato uno schema delle Misure che compongono il Piano d'Azione dell'Energia (Figura 3.1).

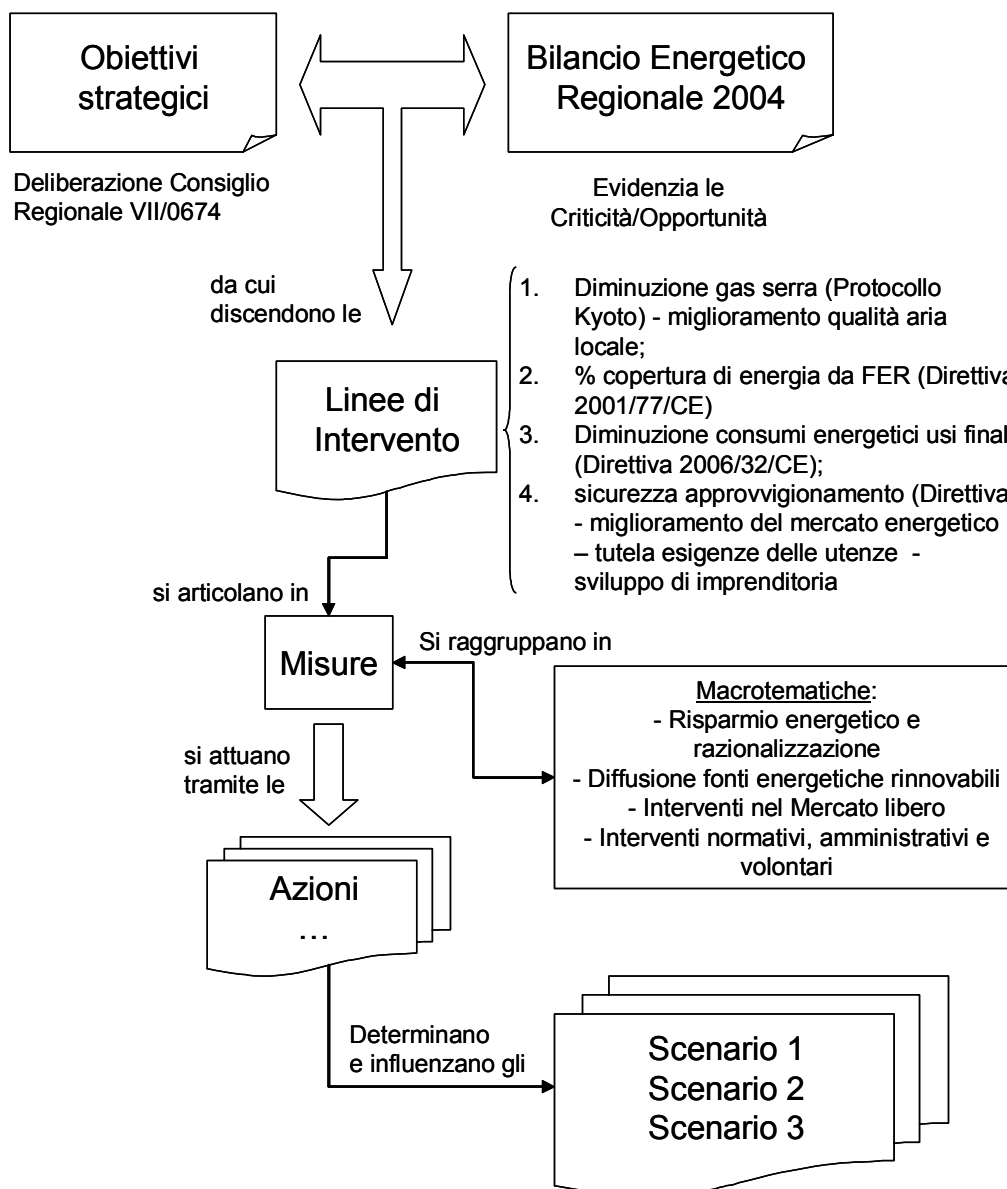


Figura 3.1 – Schema dell'articolazione del PAE.

Le Misure sono state inserite nelle seguenti macrotematiche:

- Risparmio energetico e razionalizzazione energetica;
- Sviluppo delle Fonti Energetiche Rinnovabili;
- Interventi nell'ambito del mercato;
- Interventi normativi, amministrativi, Accordi volontari, Ricerca & Sviluppo.

Le Misure sono state quindi articolate in Azioni, che a loro volta possono essere schematizzate nelle seguenti tipologie:

- azioni di incentivazione degli interventi (intervento economico diretto di Regione Lombardia);
- azioni basate su interventi volontari (derivate da Accordi volontari che prevedono impegni e obblighi);
- azioni connesse all'attuazione di strumenti normativi e pianificatori;
- azioni di semplificazione amministrativa;
- azioni di sistema (accordi per attivazione filiere industriali, agro-industriali, ecc.).

Per ciascuna Azione è stato quantificato, ove possibile, il beneficio energetico-ambientale in termini di:

- energia risparmiata o prodotta attraverso fonte energetica rinnovabile;
- quantitativi di gas ad effetto serra risparmiati;
- emissioni di NO_x evitate;
- eventuali benefici sul sistema energetico lombardo, sul mercato, sulla tutela dei consumatori e sull'imprenditoria.

Al fine di costruire i due scenari di Piano "Alto" e "Medio", per ciascuna Azione è stato individuato un ventaglio di penetrazione degli interventi (la maggiore o minore penetrazione di un intervento determina un migliore o peggiore beneficio energetico/ambientale e contestualmente dà luogo ad uno scenario di intervento più o meno elevato cui corrisponde un differente impegno economico e gestionale).

3.2 I target di riferimento delle Linee di Intervento del PAE

Sono stati quindi definiti i target da conseguire nell'ambito degli obiettivi strategici e delle linee di intervento individuate dalla Regione Lombardia.

I target forniscono indicazioni quantitative che permetteranno di monitorare periodicamente lo stato di raggiungimento degli obiettivi e delle linee di intervento.

Questi target si declinano all'interno degli scenari che sono stati costruiti nel PAE.

Linea di intervento "Obiettivi del Protocollo di Kyoto"

Regione Lombardia intende intraprendere un percorso per la effettiva riduzione dei gas ad effetto serra prodotti sul territorio, ponendosi come punto di riferimento a livello nazionale per quanto riguarda l'applicazione del Protocollo di Kyoto su base regionale.



Il PAE si pone a tal fine come strumento strategico, in quanto si configura come piano d'azione concreto e fattibile, oltre che integrato con la pianificazione regionale di settore. Una prima importante considerazione riguarda la quantificazione delle riduzioni di gas serra cui la Lombardia dovrà sottoporsi.

Un'ipotesi di definizione degli obiettivi a livello regionale è legata all'opportunità di considerare prioritariamente la riduzione di gas serra che può derivare da azioni legate a politiche ed azioni direttamente in capo a Regione Lombardia o comunque agganciate ad iniziative di *governance* da porre in atto in sinergia con i principali portatori di interesse.

In tal senso, è opportuno considerare la possibilità di scorporare due importanti voci nella produzione di gas serra:

1. l'ammontare delle emissioni dei soggetti sottoposti ad Emission Trading (ET);
2. le *emissioni ombra* derivate dalla contabilizzazione dell'energia elettrica importata.

Lo strumento dell'Emission Trading non prevede alcuna attribuzione di competenza alle Regioni. Regione Lombardia comunque, nello specifico la Direzione Generale Qualità dell'Ambiente, sta operando con le aziende soggette ad Emission Trading al fine di avviare il meccanismo a livello regionale.

Si segnalano due importanti studi specifici effettuati per conto di Regione Lombardia:

- *IRER, Produzione e uso razionale e sostenibile dell'energia (Parte III), Emission trading in Lombardia: studio per una ipotesi di azione a scala regionale - Rapporto Finale (novembre 2004);*
- *Fondazione Eni Enrico Mattei, "Determinazione degli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra per la Regione Lombardia e valutazione delle politiche di intervento - Progetto Kyoto Lombardia" in Progetto Kyoto Lombardia.*

In coerenza con i risultati emersi nel PAE, tali studi possono contribuire alla definizione dei target e delle politiche da porre in attuazione per il conseguimento degli obiettivi previsti dal Protocollo di Kyoto e alla individuazione dei margini di azione di Regione Lombardia.

I settori che concorrono alla produzione di emissioni di gas serra, al netto della quota regolamentata dall'Emission Trading (nel Piano di Assegnazione Nazionale vengono fissate le quote massime di emissione per il settore termoelettrico e parte del settore industriale), rappresentano circa il 60% del totale e corrispondono ai seguenti ambiti:

- civile;
- trasporti;
- industria (per la parte non soggetta ad Emission Trading).

In Lombardia nel 1990 la quota di emissioni imputabili ai consumi energetici ammontava a circa 65.600 kton di gas serra. Considerando, per semplicità, di ridurre tale quota del 6,5% al 2012, si arriverebbe ad emettere circa 61.300 kton di gas serra. Si tenga conto che negli studi effettuati nell'ambito del già citato *Progetto Kyoto Lombardia* sono state avanzate diverse considerazioni in merito alla ripartizione delle quote di riduzione di gas serra per la Lombardia, in particolare valutando il criterio della "responsabilità storica" come più accettabile ed equo.

Secondo lo "Scenario tendenziale" delineato nel PAE, si dovrebbero emettere al 2012 circa 80.000 kton di gas serra (considerando le *emissioni ombra* legate all'energia elettrica



consumata in Lombardia, questo valore raggiungerebbe quota 82.939 kton), per cui la riduzione necessaria, in riferimento al target fissato del 6,5% rispetto al 1990 (cioè 61.300 kton), ammonterebbe a circa 18.700 kton. Tale valore implicherebbe di fatto la necessità di una riduzione complessiva delle emissioni, rispetto al 1990, di circa il 28,5%.

Secondo il Piano Nazionale di Assegnazione (tuttora in fase di negoziazione con l'Unione Europea) le quote relative alle imprese soggette all'Emission Trading presenti in Lombardia ammonterebbero a circa 12.900 kton di CO₂. Si ritiene plausibile un intervento diretto di Regione Lombardia sulla parte di quote da ridurre extra Piano di Assegnazione. Regione Lombardia potrà, in aggiunta agli interventi proposti nel PAE, anche operare attraverso i meccanismi flessibili previsti dal Protocollo di Kyoto.

Linea di intervento "Raggiungimento degli obiettivi di produzione di energia elettrica e di energia complessiva da fonti rinnovabili rispetto al fabbisogno energetico regionale"

La Lombardia negli anni ha acquisito un ruolo determinante in riferimento al contributo di energia (soprattutto elettrica) prodotta da fonti energetiche rinnovabili. Attualmente (cfr. Capitolo 2) ci si attesta al soddisfacimento del 21% dell'energia elettrica consumata e al 13% dell'energia complessiva consumata.

Gli obiettivi della Direttiva 2001/77/CE indicano il raggiungimento del 22% dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili sul fabbisogno elettrico e del 12% sull'energia complessiva consumata. L'anno di riferimento è il 2010 e quindi anche il PAE prevede uno step di valutazione in questo specifico anno. Il secondo step, al 2012, sarà poi funzionale al raggiungimento degli obiettivi legati al Protocollo di Kyoto.

Linea di intervento "Raggiungimento degli obiettivi di riduzione dei consumi finali di energia"

In coerenza con la recente Direttiva Europea 2006/32/CE, concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici, anche a livello regionale è necessario agire per la riduzione della domanda energetica. Questa politica determina molteplici benefici, tra cui i principali, richiamati proprio dalla Direttiva, risultano essere:

- il contributo al miglioramento della sicurezza dell'approvvigionamento, in virtù del controllo della domanda alla luce degli scarsi margini di manovra nel breve-medio termine, relativamente all'incremento di capacità e del miglioramento della trasmissione/distribuzione di energia;
- il significativo contributo alla riduzione del consumo di energia primaria e la contestuale diminuzione delle emissioni di CO₂ e di altri gas ad effetto serra;
- il contributo alla riduzione della dipendenza da fonti fossili, il forte impulso allo sviluppo di tecnologie più efficienti e all'innovazione e competitività della Comunità Europea;
- la spinta al settore pubblico per l'integrazione delle considerazioni relative al miglioramento dell'efficienza energetica negli investimenti, negli ammortamenti fiscali e nei bilanci, nelle procedure di aggiudicazione degli appalti pubblici.

La Direttiva prevede che gli Stati membri adottino misure atte a ridurre del 9%, per il nono anno di applicazione della Direttiva stessa, i consumi finali di energia (corrispondente ad una riduzione annuale dell'1% a partire dal 2006).

A completamento della Direttiva è stato pubblicato dalla Commissione Europea il *Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica: realizzare il potenziale*. Nel Piano si ritiene plausibile



ottenere un risparmio di energia primaria pari al 20% entro il 2020 (considerando questa riduzione riferita al valore tendenziale stimato al 2020).

La Regione Lombardia, in coerenza agli obiettivi della Direttiva, può pertanto prevedere una riduzione di almeno 6 punti percentuali dei consumi finali rispetto i consumi stimati nello "Scenario tendenziale" al 2012. Questo obiettivo comporterebbe, nel periodo 2007-2012, la stabilizzazione dei consumi energetici negli usi finali, che attualmente risultano in continuo aumento. Dal 2012 al 2020 sarà necessario sviluppare politiche che comportino ulteriori riduzioni dei consumi negli usi finali così come previsto dal *Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica*.

Un importante strumento per l'attuazione di azioni finalizzate all'efficienza energetica, quindi al risparmio di energia negli usi finali, è l'applicazione dei Decreti Ministeriali 20/7/2004. Secondo una ripartizione regionale degli obiettivi quantitativi nazionali (previsti per il 2009), proposta da Enea, la quota relativa alla Lombardia corrisponderebbe a circa 335 ktep di energia elettrica e 341 ktep di gas naturale, per un totale di 676 ktep risparmiati annualmente (corrispondenti a 1.832 kton di CO₂ evitate). In termini percentuali, i risparmi corrisponderebbero al 6% dei consumi elettrici finali e al 4,3% dei consumi di energia termica secondaria nel settore civile. Complessivamente si tratta di una riduzione del 2,7% dei consumi energetici finali regionali. Questo valore dovrà essere calcolato considerando i risparmi per gli altri tre anni previsti dal PAE (ossia fino al 2012). Inoltre, a partire dal 2009, i Decreti prevedono ulteriori quote obbligatorie ancora da definire.

Linea di intervento "Sicurezza approvvigionamento, interventi sul mercato, tutela utenze, salvaguardia ambientale"

Questa linea di intervento è meno facilmente quantificabile in quanto non completamente agganciata a target comunitari/nazionali.

Di seguito si segnalano tutti i principali riferimenti cui Regione Lombardia intende richiamarsi nella definizione delle proprie politiche.

Sicurezza dell'approvvigionamento

La sicurezza dell'approvvigionamento è tematica di competenza nazionale e sovranazionale (politica comunitaria), ma a livello regionale, per Regione Lombardia, è corretto porsi in modo da ottimizzare le *condizioni al contorno*. A questo argomento si legano strettamente le analisi dell'offerta energetica in regione (parco impiantistico a fonti fossili e a fonti energetiche rinnovabili), della capacità di trasmissione e distribuzione (stato delle reti e interventi di razionalizzazione) e della capacità di stoccaggio (depositi di gas naturale). La generazione diffusa di energia parimenti può garantire una migliore stabilità del sistema energetico, se chiaramente inserita in un più ampio quadro nazionale, pertanto anche la sua diffusione a livello regionale può essere funzionale ad un piano nazionale.

Recentemente il Governo ha recepito la Direttiva Europea 2004/8/CE sulla diffusione della cogenerazione ad alto rendimento, attraverso l'emanazione del D.lgs 8 febbraio 2007, n. 20. Attualmente non si conosce ancora l'obiettivo nazionale di copertura della produzione lorda di elettricità con modalità cogenerativa, anche se si ritiene opportuno segnalare che nel corso dell'attuazione del PAE si provvederà a definire l'obiettivo regionale da raggiungere.

Mercato libero dell'energia

Regione Lombardia prevede operazioni a livello di coordinamento delle iniziative di informazione, formazione e divulgazione circa le opportunità offerte dal libero mercato dell'energia, in particolare rispetto alla liberalizzazione per i clienti domestici. Sono previsti quindi interventi che comprendano il coinvolgimento dei portatori d'interesse (cittadini, imprese, pubbliche amministrazioni,...) finalizzati ad incrementare la consapevolezza sulla trasparenza delle tariffe energetiche. L'azione di Regione Lombardia comunque è improntata sull'utilizzo dei meccanismi di mercato finalizzati alla sostenibilità energetica, contrastando l'incremento dei consumi di energia negli usi finali. In proposito, deve essere considerata anche la possibilità di operare nel senso di sviluppare il ricorso alla *tariffazione sociale*, la quale dovrà essere funzionale al miglioramento dell'efficienza energetica negli edifici nelle situazioni socialmente ed economicamente più svantaggiate.

Miglioramento della qualità ambientale locale e regionale

Il miglioramento della qualità ambientale è uno degli obiettivi trasversali più importanti che si pone il PAE, in particolare per quanto attiene la qualità dell'aria a livello regionale. Infatti le azioni previste sono coerenti con quanto è tuttora in fase di definizione nell'ambito delle Misure Strutturali per la Qualità dell'Aria legate alla Legge Regionale n. 24/06.

L'indicatore più significativo per monitorare il miglioramento delle condizioni di qualità è l'emissione di ossidi di azoto.

Aumento della competitività e supporto all'imprenditoria

Attraverso il PAE, Regione Lombardia intende sviluppare il mercato dell'efficienza energetica e delle fonti energetiche rinnovabili. Il pacchetto di azioni previste è funzionale ad attivare filiere industriali e potrà essere un volano per l'imprenditoria locale, interessata a riqualificarsi e/o riconvertirsi nei settori energetici (o in settori meno *energy intensive*).

Gli indicatori di Piano

Gli indicatori più significativi, per monitorare il raggiungimento degli obiettivi, sono riportati nella Tabella 3.1.

| Indicatore | U.M. | Tipologia | Riferimento obiettivi |
|--|-------------|--|-----------------------------------|
| CO ₂ emessa | Kton/a | Impatto ambientale globale | Protocollo di Kyoto |
| CO ₂ emessa rispetto al 1990 | % | Performance ambientale globale | Protocollo di Kyoto |
| Domanda di Energia | ktep | Impatto sistema energetico (usi finali) | Direttiva 2006/32/CE |
| Domanda di energia rispetto al 2006 | % | Performance sistema energetico (usi finali) | Direttiva 2006/32/CE |
| Deficit produzione elettrica | % | Performance sistema energetico (lato offerta) | Obiettivo Strategico DGR VII/0674 |
| Produzione da FER rispetto Energia Elettrica consumata | % | Performance sistema delle rinnovabili (lato offerta) | Direttiva 2001/77/CE |
| Produzione da FER rispetto Energia Totale consumata | % | Performance sistema delle rinnovabili (lato offerta) | Direttiva 2001/77/CE |
| NO _x emessi | Kton/a | Impatto ambientale regionale | L.R. 24/06 |
| NO _x emessi rispetto al 2004 | % | Performance ambientale regionale | L.R. 24/06 |

Tabella 3.1 – Indicatori del PAE.



In coerenza con il Decreto legislativo 8 febbraio 2007, n. 20, verrà inserito un nuovo indicatore, che riporterà la percentuale di energia elettrica prodotta in modalità cogenerativa rispetto all'energia totale prodotta dal parco impiantistico regionale.

I contributi derivanti dalle Linee di Intervento determinano effetti sinergici rispetto agli obiettivi di riferimento. In particolare, il contributo alla riduzione dei gas effetto serra è costituito da interventi di risparmio energetico e dallo sviluppo delle fonti rinnovabili che sostituiscono fonti fossili tuttora utilizzate nei processi di combustione.

Si è cercato di conciliare anche l'obiettivo di ridurre la produzione di ossidi di azoto con gli obiettivi energetici (ad esempio, l'incremento della produzione di energia elettrica in centrali di nuova concezione determina una migliore stabilità del sistema energetico riducendo il deficit ma incrementando l'emissione di ossidi di azoto).

3.3 Articolazione delle Misure del PAE

Sono qui di seguito descritte sinteticamente le singole Misure del PAE suddivise secondo le quattro macrotematiche individuate. Nell'Allegato al PAE sono riportate le Misure con la descrizione completa delle singole azioni che le compongono.

3.3.1 Macrotematica Risparmio Energetico e Razionalizzazione

Il principale obiettivo è la riduzione dei consumi finali di energia in tutti i settori d'uso finali. La riduzione dei consumi nei prossimi anni comporterà minori emissioni di gas climalteranti e renderà più stabile e sicuro il sistema energetico regionale, evitando, ad esempio, i picchi di consumi energetici e rendendo la Lombardia meno dipendente dalle fonti fossili. Peraltro occorre sottolineare che la tendenza alla crescita dei consumi energetici si è ormai consolidata negli anni, tanto da rendere complessa ed impegnativa l'inversione di rotta, soprattutto se dovesse persistere a considerare separatamente i settori d'intervento piuttosto che valutarli in un'ottica di sistema integrato.

All'interno della macrotematica sono state previste due linee di misure:

1. Sistemi di produzione e distribuzione energetica ad alta efficienza;
2. Interventi negli usi finali per la riduzione dei consumi energetici.

3.3.1.1 Misura Sistemi di produzione e distribuzione energetica ad alta efficienza

Nell'ambito della Misura si è provveduto ad analizzare lo sviluppo dei sistemi di produzione e di distribuzione dell'energia ad alta efficienza, tra cui principalmente:

- la cogenerazione ad alto rendimento (così come definita dal Decreto legislativo 8 febbraio 2007, n. 20);
- i sistemi di trigenerazione (produzione congiunta di energia elettrica, di calore e di freddo);
- la microgenerazione e la generazione distribuita;
- il teleriscaldamento;
- le pompe di calore.



L'analisi puntuale dello sviluppo di ciascuna di queste applicazioni, che peraltro possono essere spesso fatte oggetto di reciproca integrazione, nel contesto territoriale lombardo necessita di approfondimenti specifici che sono legati a fattori imprescindibili quali:

- l'analisi del fabbisogno di energia termica delle utenze (e, nel caso della trigenerazione, di fabbisogno di freddo);
- la localizzazione delle utenze (densità di utenze in aree territoriali);
- la tipologia delle utenze (distretti industriali, grossi insediamenti terziari).

Contestualmente all'analisi dell'utenza e del sito nel quale realizzare gli interventi, deve essere effettuata la scelta del migliore vettore energetico con il quale alimentare l'impianto di produzione energetica. La priorità deve essere assegnata a vettori energetici a minore impatto ambientale, considerando l'effetto sia a livello globale (CO₂ emessa a parità di energia prodotta) sia a livello regionale (NO_x emessi a parità di energia prodotta).

La scelta tecnologica di produrre in modalità combinata energia elettrica e termica è finalizzata al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

1. sicurezza e continuità di esercizio, grazie all'autoproduzione dell'intero fabbisogno elettrico ottenuta facendo ricorso alla rete di trasmissione nazionale solo per coprire eventuali punte o per soccorso in situazioni di emergenza;
2. affidabilità operativa di esercizio, poiché l'autoproduzione elettrica fornisce conseguentemente anche tutta l'energia termica e frigorifera, realizzando una gestione ottimale delle risorse energetiche;
3. configurazione d'impianto di tipo modulare, estremamente flessibile ed in grado di adeguarsi a necessità variabili di esercizio.

Ulteriori valutazioni, necessariamente più puntuali e *situ* specifiche, devono essere effettuate per evitare la contrapposizione di tecnologie e sistemi di distribuzione differenti. Lo sviluppo di sistemi di microgenerazione può entrare in contraddizione, ad esempio, con la penetrazione del teleriscaldamento in aree urbane. Per evitare situazioni di questo tipo occorre definire, in fase di studio di fattibilità e di progettazione, una metodologia che consenta di confrontare i sistemi previsti sulla base di indicatori di performance ambientali ed energetici. Tra i più importanti indicatori specifici da considerare, vanno segnalate le emissioni di CO₂ e di NO_x, sotto il profilo ambientale, e l'energia risparmiata e l'utilizzo delle fonti rinnovabili, sotto quello energetico, così da favorire:

- il confronto sui gas ad effetto serra emessi dai sistemi alternativi proposti, a parità di energia fornita, rispetto a sistemi tradizionali di produzione energetica e distribuzione;
- la valutazione della emissione di ossidi di azoto connessa ai sistemi alternativi proposti, a parità di energia fornita, rispetto a quella dovuta ai sistemi tradizionali di produzione energetica e distribuzione;
- la valutazione del differenziale di risparmio energetico legato ai sistemi alternativi proposti rispetto a sistemi tradizionali di produzione energetica e distribuzione (secondo il Decreto legislativo 8 febbraio 2007, n. 20, Allegato III, l'indicatore che può essere utilizzato per la determinazione del rendimento del processo di cogenerazione è il PES, *Primary Energy Saving*, ossia risparmio di energia primaria);
- l'individuazione della percentuale di utilizzo di fonti energetiche rinnovabili come vettore energetico utilizzato in sostituzione di fonti energetiche fossili.



Particolare importanza deve essere data all'erogazione di finanziamenti pubblici, regionali e/o locali, per lo sviluppo di questi sistemi. È fondamentale utilizzare pertanto gli indicatori individuati sia per definire programmi di finanziamento che per effettuare specifiche graduatorie di merito. È valido il criterio per cui ciascun intervento deve essere contestualizzato nell'ambito territoriale candidato ad ospitare la sua realizzazione.

Per individuare una prima suddivisione in ambiti territoriali, occorre considerare aspetti di qualità ambientale (la qualità dell'aria, in questo senso, deve essere considerata una criticità di primaria importanza), di concentrazione urbanistica (densità di popolazione o di imprese/utenze terziarie), di caratterizzazione/vocazione agricola/forestale (comunità montane, aree a forte vocazione agricola), per cui si citano:

- aree definite critiche per la qualità dell'aria, nelle quali enfatizzare gli aspetti di contenimento delle emissioni di inquinanti (in particolare gli inquinanti locali, come gli ossidi di azoto);
- aree a forte concentrazione urbanistica, le quali spesso coincidono con le aree critiche in virtù della corrispondenza tra concentrazione di attività antropiche e emissioni di inquinanti atmosferici, nelle quali proporre sistemi di generazione centralizzati e reti di teleriscaldamento/teleraffaldamento;
- aree a forte vocazione agro-forestale, nelle quali è opportuno favorire l'utilizzo di biomasse forestali (da interventi silvicolturali, scarti legnosi, ...) e gassose (biogas da aziende zootecniche), quali vettori energetici più sostenibili rispetto alle fonti fossili.

Nelle schede sono stati proposti approfondimenti specifici per alcune tecnologie (ad esempio, la microgenerazione) che presentano aspetti che necessitano ulteriori chiarimenti. Viceversa non è stato approfondita la descrizione di tecnologie ormai consolidate (ad esempio, i sistemi di teleriscaldamento per cui ci si è dilungati nella spiegazione delle valutazioni di potenzialità).

| MACROTEMATICA – Risparmio energetico e razionalizzazione | |
|--|--|
| MISURA - Sistemi di produzione e distribuzione ad alta efficienza | |
| Scheda | Azione |
| RE 1 | Teleriscaldamento urbano |
| RE 2 | Sistemi a pompe di calore |
| RE 3 | Produzione centralizzata di energia ad alta efficienza |
| RE 4 | Generazione distribuita e microgenerazione |

3.3.1.2 Misura Interventi negli usi finali per la riduzione dei consumi energetici

La Misura ha definito le possibili azioni per risparmiare energia nei settori d'uso finale:

- civile;
- industria;
- trasporti.

Nel **settore civile** sono state considerate le tematiche relative all'incremento dell'efficienza energetica degli edifici, considerando il *sistema edificio-impianto*. In effetti, le schede relative agli impianti termici avrebbero potuto essere inserite nella Misura relativa alla generazione di energia ad alta efficienza, ma proprio in virtù della contiguità con il tema



del risparmio energetico degli edifici si ritiene più funzionale il loro inserimento in questa Misura. I filoni nei quali operare sono:

- consumi di energia in edilizia (standard più stringenti per le costruzioni nuove e per le ristrutturazioni e rinnovo del parco impiantistico regionale);
- consumi elettrici (elettrodomestici, illuminazione domestica e pubblica).

Le azioni proposte interessano trasversalmente le utenze principali, per cui si spazia dall'imposizione di nuovi standard edilizi sia per il pubblico che per il privato alla diffusione della certificazione energetica degli edifici. Sono state prese in considerazione anche azioni di co-finanziamento da parte di Regione Lombardia. Tra queste, risultano di particolare interesse le iniziative legate allo sviluppo dei *servizi energia* e delle diagnosi energetiche, in quanto potrebbero diventare moltiplicatori di risparmi economici (con un investimento iniziale per la predisposizione dei capitolati nei Comuni, si potrebbero ottenere risparmi energetici ed economici consistenti, anche grazie al ricorso al meccanismo del Finanziamento Tramite Terzi).

Le azioni relative alle Pubbliche Amministrazioni assolvono al duplice ruolo di far risparmiare energia (in effetti gli edifici pubblici si contraddistinguono negativamente per alti consumi energetici e bassi livelli di efficienza) e quindi denaro pubblico, ponendosi nel contempo come esempio di "buone pratiche" da replicare e da proporre all'attenzione della cittadinanza. Le politiche di efficienza energetica infatti non possono prescindere dalla considerazione che sia necessario un mutamento radicale di mentalità che coinvolga tutti i cittadini. Sono state effettuate ipotesi di miglioramento del sistema nel suo complesso, che avvengono cioè anche alla luce di azioni di sensibilizzazione, di normazione e di co-finanziamento da parte di Regione Lombardia. Tra di esse figurano il miglioramento del parco caldaie regionali e la sostituzione degli elettrodomestici.

Il **settore industriale** è interessato per tutto quello che riguarda la sostituzione graduale del parco motori installato nonché l'importante penetrazione delle tecnologie degli inverter. In questo settore il livello di conoscenza del parco installato è ancora molto basso. Sicuramente un'operazione interessante sarebbe quella di conoscere meglio la diffusione delle tipologie di motori in uso, i consumi specifici per processo produttivo, la vetustà del parco motori, la penetrazione di tecnologie innovative. Le azioni di questa linea necessitano il concorso di diverse Direzioni Generali per ottenere una migliore riuscita (in particolare della Direzione Generale Industria, PMI e Cooperazione).

Un *trait d'union* tra i due settori civile e industriale è rappresentato da un'azione che è stata inserita nella macrotematica relativa al mercato energetico: la promozione della figura degli energy manager per EELL e per imprese industriali.

Il terzo settore è quello dei **trasporti**. Sia a livello di emissioni sia di consumi energetici risulta decisamente determinante. Nel PAE si considerano in maniera più approfondita alcuni aspetti relativi al miglioramento dell'efficienza dei motori e la sostituzione dei vettori energetici, con il graduale passaggio dai carburanti fossili tradizionali con altri a più basso impatto ambientale. Particolare importanza dovrà essere data all'integrazione tra queste azioni e quelle definite e previste dalla Legge regionale 24/06 sulla Qualità dell'Aria. Un consistente contributo alla riduzione dei consumi sarebbe da derivare sulla base di azioni che spostino la domanda e l'offerta di mobilità verso sistemi più efficienti a parità di risultato (ad esempio tramite il calcolo dei consumi specifici per il trasporto dei passeggeri). Queste azioni fortemente trasversali, che interessano il sistema dei trasporti nel suo complesso, dovranno essere definite congiuntamente da almeno tre Direzioni Generali (Reti e Servizi di Pubblica utilità e Sviluppo Sostenibile, Qualità dell'Ambiente,



Infrastrutture e Mobilità) ciascuna per quanto di propria competenza. Nel PAE comunque sono stati illustrati i principali interventi con una prima quantificazione che andrà successivamente approfondita.

3.3.1.2.1 Settore civile

Il settore civile risulta particolarmente importante in quanto se da un lato il bilancio energetico regionale pone in risalto come in Lombardia esso sia responsabile per circa il 40% dell'energia primaria consumata, dall'altro si pone come il comparto nel quale il potenziale di risparmio energetico risulta più elevato.

Il patrimonio edilizio presenta una condizione di partenza decisamente critica: dai numerosi studi realizzati in questo ambito emerge con chiarezza che la qualità media degli edifici risulta scadente. Un intervento in questo settore dovrà prevedere sicuramente ambiti di azione differenti che considerino interventi sulle nuove costruzioni, imponendo standard di costruzione più elevati degli attuali, e parallelamente interventi sul patrimonio costruito. È proprio dal rinnovo del patrimonio costruito che si potranno ottenere i migliori risultati di risparmio energetico. Da prime stime dei consumi energetici del patrimonio edilizio esistente emergono valori medi pari a circa 150 kWh/m² anno per le abitazioni residenziali, mentre per il terziario in particolari condizioni si arriva anche a 200 kWh/ m² anno (da una media derivata dalle certificazioni effettuate da Punto Energia su un campione di edifici terziari adibiti ad uffici risulta un valore medio di circa 145 kWh/ m² anno con punte più elevate anche del 30% in edifici con ampie vetrate).

Alla luce di queste considerazioni, per Regione Lombardia, così come per il resto del Paese, è di fondamentale importanza aumentare l'efficienza del "sistema edificio-impianti", in quanto rappresenta la risposta più diretta ed efficace che le realtà regionale e nazionale, povere di risorse energetiche, possono dare nel breve periodo al continuo aumento della domanda e del costo dei combustibili.

La misura comprende diverse linee di intervento legate ai vettori energetici risparmiati (energia termica da fonti fossili, energia elettrica).

Vengono proposti nuovi standard di efficienza energetica per la costruzione delle case, sulla base anche dell'evoluzione della normativa comunitaria e nazionale vigente. La definizione di una procedura standard per la realizzazione della certificazione energetica a livello regionale è uno dei principali punti qualificanti questa misura. Infatti, il sistema della certificazione dovrebbe, almeno nelle aspettative, avviare il volano dell'edilizia di qualità innalzando il livello qualitativo medio e parallelamente premiando chi riesce a raggiungere standard più efficienti. Al fine di affrontare l'inefficienza diffusa del patrimonio edilizio esistente, sono stati individuati interventi connessi alla diffusione della diagnosi energetica. Questo strumento è determinante per definire il pacchetto di interventi necessari per migliorare le performance energetiche dell'edilizia esistente. Regione Lombardia dovrebbe prevedere due livelli di diagnostica energetica: uno speditivo, economico, simile ad un *energy accounting* da effettuare preventivamente sugli edifici, in seguito, solo per gli edifici più energivori si potrà procedere alla fase di diagnosi vera e propria (più costosa e complessa). È necessario però prevedere delle linee guida da far seguire a coloro i quali vogliono usufruire almeno di co-finanziamenti regionali (agganciare la qualità delle diagnosi ai finanziamenti erogati). Inoltre è fondamentale legare le diagnosi energetiche all'effettiva realizzazione degli interventi proposti (almeno quelli caratterizzati da tempi di ritorno non proibitivi).

Molto interessante sarà il ricorso al servizio energia, in particolare per gli Enti Locali che, mancando di risorse economiche consistenti, potranno mettere a gara il servizio avviando



un modello di gestione che coinvolga le società di servizi energetici (impropriamente per semplificare chiamate ESCO) e lo strumento del finanziamento tramite terzi.

L'intensità elettrica del terziario in Italia è aumentata negli ultimi anni (2001-2004) da 102,62 MWh/M€ a 116,90 MWh/M€, ciò potrebbe essere dovuto sia ad un peggioramento nell'efficienza di conversione dell'energia finale sia ad un aumento dell'energia elettrica richiesta. In tale comparto (in particolare nei grandi centri commerciali) si è registrato negli ultimi anni un incremento significativo del consumo di energia, soprattutto per il massiccio ricorso alla climatizzazione estiva. In proposito, vi potranno essere maggiori risparmi energetici a fronte di azioni congiunte che interessino sia la costruzione delle strutture sia sistemi di produzione e distribuzioni migliori (collegamento con la scheda sulla trigenerazione).

Le altre utenze terziarie sono le pubbliche amministrazioni (che hanno mediamente strutture energeticamente di bassa qualità) comprendendo in questo ambito d'azione anche l'illuminazione pubblica e le strutture scolastiche. In Lombardia il settore sanitario risulta decisamente consistente e pertanto i margini di risparmio potranno essere ampi non soltanto rispetto ai consumi di energia elettrica ma anche per i consumi per il riscaldamento.

È stata predisposta una scheda sulla riduzione dei consumi elettrici nel settore domestico, in particolare si è tenuto conto della sostituzione del parco elettrodomestici vetusto e l'impiego di apparecchiature ad alta efficienza. Oggi una famiglia lombarda consuma circa 3.200 kWh/a di energia elettrica. I principali elementi energivori presenti nelle abitazioni sono i frigocongelatori. Negli ultimi quattro anni questo primato è però messo in discussione dai condizionatori, i quali hanno registrato un notevole incremento nelle vendite proprio a partire dalle prime estati torride del 2002-2003. L'utilizzo dei condizionatori ha determinato un aumento dell'energia richiesta nelle ore diurne estive, fenomeno cui la rete di trasmissione nazionale non era mai stata sottoposta.

Per quanto attiene la sostituzione del parco impianti termici Regione Lombardia è impegnata da diversi anni nel promuovere, con opportuni bandi di finanziamento, la trasformazione delle caldaie alimentate a gasolio in impianti a metano. Una politica ancora più mirata alla sostituzione delle caldaie vetuste con caldaie ad altissima efficienza dovrebbe dare buoni risultati anche in termini di energia risparmiata, oltre che al miglioramento della qualità dell'aria a livello locale.

| MACROTEMATICA – Risparmio energetico e razionalizzazione | |
|---|--|
| MISURA – Interventi negli usi finali per la riduzione dei consumi energetici | |
| SETTORE CIVILE | |
| Scheda | Azione |
| EE 1 | Impianti termici: ispezioni e miglioramento del parco impiantistico |
| EE 2 | Impianti termici: Servizio Energia |
| EE 3 | Impianti termici: Servizio Energia per Enti Locali |
| EE 4 | Impianti termici: scenari derivanti dalla L.R. n. 24/06 |
| EE 5 | Impianti termici: trasformazione impianti da gasolio a metano in aree critiche |
| EE 6 | Sistema edificio/impianto |
| EE 7 | Diagnosi energetica |
| EE 8 | Efficienza energetica nella pubblica illuminazione |
| EE 9 | Riqualificazione degli involucri degli edifici residenziali ALER |
| EE 10 | Riqualificazione degli impianti termici degli edifici residenziali ALER |
| EE 11 | Elettrodomestici e illuminazione degli ambienti |
| EE 12 | Campagna informativa per la diffusione di elettrodomestici ad alta efficienza |



3.3.1.2.2 Industria

La grande versatilità delle applicazioni e la vasta gamma di potenze disponibili, unite alla capillare diffusione delle reti di distribuzione dell'energia elettrica, hanno fatto sì che i motori elettrici trovassero ampia diffusione in moltissimi settori, toccando naturalmente il massimo grado di utilizzo nell'industria.

Se si vanno ad analizzare i dati di consumo elettrico stimati al 2010, relativamente alle quote percentuali delle diverse componenti all'interno del settore industriale, si nota come queste siano rimaste pressoché invariate dal 1995. Infatti, la quota prevalente, pari al 74% è legata ai motori elettrici, un 4% è dovuto all'illuminazione ed il rimanente 22% è connesso ad altri usi. Se si considerano poi i consumi energetici regionali al 2005, la precedente distribuzione percentuale restituisce per i motori elettrici un consumo annuo di energia elettrica pari a circa 25,5 TWh. Sulla base della sostanziale eguaglianza fra i valori percentuali del 1995 e le stime al 2010, la conclusione che emerge è negativa, poiché corrisponde alla consapevolezza che in questi anni non è stato fatto nulla per migliorare le prestazioni dei motori elettrici. Più precisamente, questo è stato sì un argomento considerato dalla normativa nazionale e nei programmi di risparmio energetico dell'Unione Europea (il risparmio energetico potenziale legato all'uso di motori elettrici più efficienti, come si deduce da un progetto europeo SAVE condotto su questa materia, e al migliore utilizzo di quelli esistenti, supera il valore di 200 TWh all'anno per i 25 Paesi aderenti all'Unione Europea), oltre che essere stato oggetto di specifici e numerosi convegni, tuttavia, i diretti interessati, gli stessi industriali, spesso ne ignorano l'importanza, anche perché l'affidabilità di tali componenti è tale per cui spesso si interviene solo quando questi si guastano, eventualità peraltro rara.

Queste considerazioni acquistano ancora più valore se si pensa che, nel momento in cui si acquista un motore elettrico, anziché preoccuparsi solo del suo costo, non si dovrebbe dimenticare che un motore ha un costo di esercizio molto più elevato di quello di acquisto. Per esempio, un motore elettrico da 15 kW ha un costo di circa 520 € ed un costo di esercizio (considerando un decennio, 3.500 ore di funzionamento all'anno e un costo dell'energia elettrica di 7 €/Cent/kWh) pari a circa 32.000 €, ovvero quasi 60 volte il costo iniziale (Figura 3.2).

Nonostante ciò, persiste la scelta di chi cerca di risparmiare sul costo di acquisto privilegiando motori scadenti, senza pensare che un piccolo costo aggiuntivo, finalizzato all'acquisto di un motore più efficiente, potrebbe essere recuperato in pochi mesi di utilizzo.

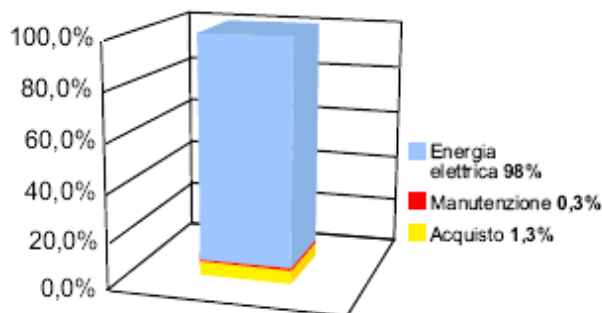


Figura 3.2 - Ciclo dei costi di vita di un motore elettrico
(Fonte: ENEA, S. Vignati, E. Ferrero, I motori elettrici ad alta efficienza).



Da questi primi dati e considerazioni si può già evincere come sia necessaria un'approfondita e ben organizzata azione di informazione e disseminazione presso gli attori coinvolti, azione che, fra l'altro, potrebbe essere collegata anche ad un censimento atto a definire un quadro conoscitivo lombardo circa le tecnologie impiegate, i processi produttivi a livello locale ed il numero di motori elettrici esistenti.

Sotto il profilo tecnico, esistono tre elementi che possono concorrere ad incrementare l'efficienza di funzionamento di un motore elettrico:

- il giusto dimensionamento del motore;
- l'adozione di motori costruiti per minimizzare le perdite, i cosiddetti motori ad alta efficienza;
- l'utilizzo di motori abbinati ad azionamenti a velocità variabile.

Il potenziale di risparmio stimato per l'Italia ammonta a 28 TWh/anno, circa il 9% del consumo elettrico italiano e il 28% del consumo elettrico del settore industriale (dati riferiti all'anno 2004).

Dimensionamento

I motori elettrici sono spesso sovradimensionati. Si consideri che un motore lavora alla sua massima efficienza fra il 60 ed il 100% del suo carico nominale, per cui uscire da questo *range* comporta:

- un aumento del costo di capitale;
- una diminuzione dell'efficienza operativa;
- possibili aumenti della velocità operativa, che provoca a sua volta un aumento del carico e quindi di consumi elettrici.

Un grosso aiuto nella scelta del motore più adatto alle esigenze delle diverse industrie può derivare dal ricorso al software/database EURODEEM (European Database of Efficient Electric Motors), sviluppato dalla Commissione Europea, che raccoglie i dati relativi ai motori prodotti da numerosi fornitori.

Motori ad alta efficienza

I motori tradizionali sono caratterizzati da perdite legate alla ventilazione e all'attrito (perdite meccaniche), dovute all'effetto Joule negli avvolgimenti del rotore e dello statore, e perdite nel ferro (correnti parassite e isteresi). Grazie ad opportuni interventi, quali la scelta di geometrie adeguate per rotore e statore, l'uso di particolari lamierini per la minimizzazione delle correnti parassite e di avvolgimenti a sezione maggiorata per la riduzione dell'effetto Joule, è possibile ottenere motori più efficienti.

L'utilizzo di sistemi ad alta efficienza comporta la possibilità di impiegare una minore potenza elettrica a pari potenza di targa e di avere una variazione del rendimento meno forte al variare del fattore di carico del motore.

In Europa, a differenza di quanto accade negli Stati Uniti, non esiste una legge per l'imposizione di standard minimi di efficienza. Sussiste tuttavia un Accordo volontario costituito dal CEMEP (Comitato Europeo Costruttori Macchine Rotanti e Elettronica di Potenza) e dall'Unione Europea, che stabilisce tre classi di efficienza per i motori in



corrente alternata a bassa tensione e per ognuna delle classi individua i rendimenti minimi che i costruttori aderenti al programma si impegnano a rispettare⁷.

In Figura 3.3 è rappresentato il rendimento minimo per le tre classi di efficienza (la classe EFF1 identifica i motori al alta efficienza, la EFF3 i motori a scarsa efficienza), in funzione della potenza.

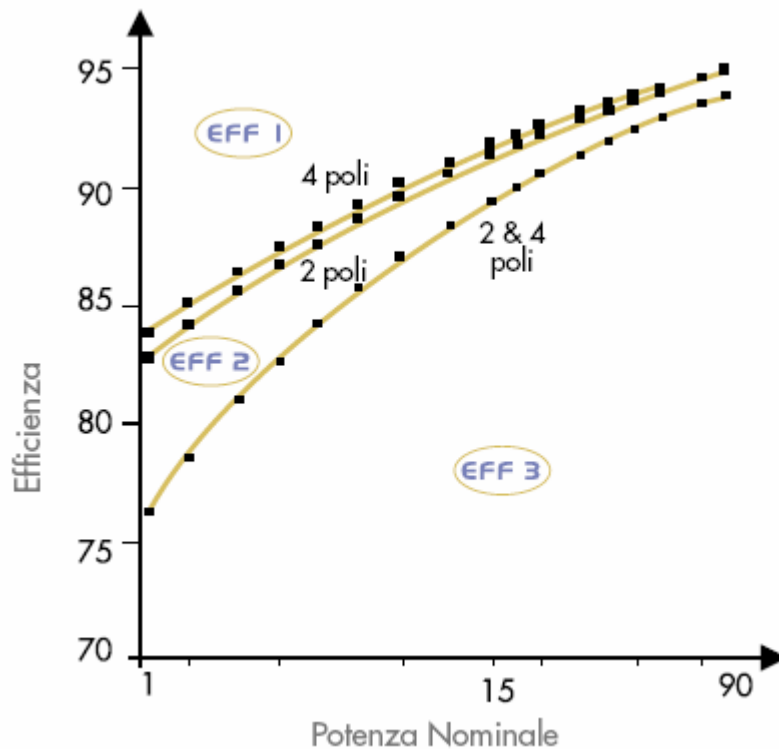


Figura 3.3 – Efficienza dei motori elettrici in corrente alternata a bassa tensione in funzione della potenza (Fonte: Progetto ProMot).

Inserimento degli inverter

Gli inverter (convertitori di frequenza) sono particolarmente indicati nel caso di applicazioni a macchine fluidodinamiche (pompe centrifughe e ventilatori) prevalentemente utilizzate con una portata variabile del fluido.

I benefici degli inverter derivano dal fatto che quando i motori elettrici asincroni (privi di inverter) debbono provvedere a far funzionare macchine a portate variabili è necessario prevedere sistemi meccanici per regolare la portata, come ad esempio valvole di strozzamento, serrande o sistemi di bypass, che risultano fortemente dissipativi.

Inserendo gli inverter tra la rete e i motori la regolazione della portata si ottiene riducendo direttamente la velocità del motore. Ad esempio se si dovesse richiedere al sistema, in alcuni periodi del suo funzionamento, la metà della portata nominale, l'inverter comanda al motore di dimezzare la sua velocità e, siccome la potenza richiesta dal carico varia con il cubo della velocità, l'assorbimento energetico scenderà dal 100% a solo un ottavo di

⁷ La classificazione CEMEP è valida per motori asincroni trifase di bassa tensione di potenza inferiore a 90 kW.



quello nominale. Considerando le efficienze di tutti i componenti e le relative perdite di carico, risulta che, fatto 100% il lavoro che in entrambi i casi la pompa deve erogare, con la soluzione a valvola sarà impiegata una energia pari a 285% contro il 160% necessaria alla soluzione con inverter. Si tratta di una differenza di circa il 44%. Inoltre gli inverter permettono all'interno di un impianto di ridurre i costi di manutenzione, di abbattere il rumore dell'impianto e di rifasare il carico ad un valore di $\cos\phi$ prossimo a 1 (tipicamente 0,98). L'applicazione di inverter ai motori elettrici, alla luce del loro contributo al risparmio energetico, è stata considerata nelle schede per il rilascio dei titoli di efficienza energetica (TEE) come l'installazione dei motori ad Eff1.

| | |
|---|-----------------------------|
| MACROTEMATICA – Risparmio energetico e razionalizzazione | |
| MISURA – Interventi negli sui finali per la riduzione dei consumi energetici | |
| SETTORE INDUSTRIA | |
| Scheda | Azione |
| EE 13 | Motori elettrici e inverter |

3.3.1.2.3 Trasporti

Il settore trasporti (cfr. Capitolo 2) risulta essere determinante sia per l'elevato consumo di risorse energetiche fossili sia per il contributo in termini di emissioni di gas serra e di inquinanti atmosferici che ne consegue. Nello "Scenario tendenziale" i consumi di energia primaria legati ai trasporti si attestano quasi al livello di quelli determinati dal settore civile. Non è possibile prescindere dalla previsione di una riduzione dei consumi energetici in tale settore se si intende centrare i target del PAE. Le politiche in questo settore strategico per lo sviluppo economico e sociale, non solo della Lombardia ma dell'intero "Sistema Paese", non possono certo essere circoscritte alle questioni "energetica" ed "ambientale". Non può verificarsi comunque la situazione contraria, ossia che priorità economiche o infrastrutturali vengano considerate i fattori determinanti dei processi. Pertanto si ritiene opportuno che le scelte strategiche sulla mobilità debbano essere ancorate alla valutazione delle migliori soluzioni di offerta in termini sia di energia consumata che di emissioni prodotte (gas serra e inquinanti atmosferici locali, come gli NO_x e le PM_{10}) a parità di risultato ottenuto, ovvero di soddisfacimento della domanda di mobilità.

Un importante contributo alla definizione delle politiche in questo settore si ritrova negli studi predisposti nell'ambito del "Progetto Kyoto Lombardia": in particolare nell'Unità Operativa SP2B si segnala il documento "Sistemi innovativi di mobilità per la riduzione delle emissioni di gas serra nel settore dei trasporti" (Poliedra, 2006).

Gli aspetti che occorre considerare per la riduzione dei consumi energetici e delle emissioni nel settore dei trasporti sono molteplici e tra di essi emergono per importanza:

- la gestione della domanda di mobilità, finalizzata alla scelta del mezzo più efficiente per gli spostamenti e alla diminuzione dell'uso delle auto private;
- la diffusione di tecnologie efficienti per i veicoli e la progressiva sostituzione dei vettori energetici più inquinanti;
- l'organizzazione dell'offerta di mobilità;
- le scelte infrastrutturali.



Nell'ambito del PAE l'attenzione si è focalizzata sulla tematica del miglioramento tecnologico veicolare e sulla sostituzione dei vettori energetici. Gli interventi considerati in questo ambito sono coerenti con le azioni che Regione Lombardia ha previsto nella recente Legge 24/06 e inserite nella bozza di relazione sulle "Misure Strutturali per la Qualità dell'Aria in Lombardia". Gli interventi individuati prevedono:

- il miglioramento dei mezzi di trasporto pubblico, delle flotte commerciali e degli automezzi privati;
- la parziale sostituzione dei carburanti tradizionali con carburanti alternativi a ridotte emissioni e derivati da fonti rinnovabili (Metano, GPL e biocarburanti).

Per quanto riguarda gli interventi a livello di gestione della domanda di mobilità si segnalano:

- l'introduzione di sistemi di trasporto innovativi, quali il *dial-a-ride* (servizio pubblico a chiamata), il *car pooling*, il *car sharing*;
- lo sviluppo della mobilità ciclabile;
- la regolamentazione degli accessi, della sosta e l'introduzione del *road/park pricing* (tariffazione di accessi e sosta);
- lo sviluppo del sistema del telelavoro e delle teleconferenze (strumenti finalizzati alla riduzione della domanda di mobilità e allo sviluppo di reti tecnologiche informatiche);
- lo sviluppo della figura del Mobility Manager per gli Enti Locali e per le grandi aziende pubbliche e private.

In relazione a quest'ultimo punto, si segnala che la presenza del Mobility Manager in Regione Lombardia può essere vista in un duplice modo:

- supporto al decisore per l'attivazione di interventi di gestione della domanda di mobilità per i dipendenti regionali (principale *mission* del Mobility Manager di ciascun Ente o Organizzazione);
- raccordo, stimolo e collegamento con i Mobility Manager degli Enti Locali lombardi, Comuni e Province in primis, ma anche Aziende ospedaliere e altri soggetti di grande dimensione, finalizzato a diffondere la figura del Mobility Manager e migliorare l'efficacia delle azioni proposte (creare un sistema di azioni integrate).

Un esempio concreto di integrazione di azioni è, per esempio, lo sviluppo delle teleconferenze tra Regione Lombardia e gli Enti Locali per alcune riunioni.

Tutti questi aspetti sono stati inseriti in una scheda del PAE e illustrati, ma essi necessitano, per essere sviluppati adeguatamente, del contributo tecnico di molteplici competenze specifiche. Inoltre è opportuno che si attivino Tavoli tecnici con le Direzioni Generali regionali interessate (Qualità dell'Ambiente, Infrastrutture e mobilità) nonché i principali soggetti portatori d'interesse (Comuni, Aziende di Trasporto pubblico, Aziende private attrattrici di mobilità, ecc.), finalizzati a definire un set di azioni congiunte e condivise.



| MACROTEMATICA – Risparmio energetico e razionalizzazione | |
|---|--|
| MISURA – Interventi negli sui finali per la riduzione dei consumi energetici | |
| SETTORE TRASPORTI | |
| Scheda | Azione |
| EE 14 | Rinnovo del parco veicoli circolanti |
| EE 15 | Carta Sconto Metano/GPL |
| EE 16 | Incremento della rete di distribuzione di metano ad uso autotrazione |
| EE 17 | Accordo volontario Regione Lombardia – ANIASA per la diffusione di veicoli a bassa emissione |
| EE 18 | Interventi di mobilità sostenibile: azioni non tecniche |

3.3.2 Macrotematica Fonti energetiche rinnovabili

All'interno di tale macrotematica di intervento si è proceduto ad analizzare le possibilità di incremento e di sviluppo delle singole fonti energetiche rinnovabili a livello regionale.

In particolare, per ciascuna fonte si sono prese in considerazione le dinamiche di sviluppo connesse a condizioni tecnico-operative che ne determinino il successo, ad esempio, la maturità o meno delle tecnologie piuttosto che gli elevati costi di realizzazione.

Alla luce di tali considerazioni, risulta più evidente la distanza tra la potenzialità teorica e l'effettivo sviluppo di una fonte.

Le fonti rinnovabili possono rappresentare un valido apporto al bilancio energetico regionale, soprattutto quando esse comportano una reale sostituzione di energia altrimenti prodotta con fonti energetiche fossili. Diversamente si avrebbe un'immissione di energia nel sistema in assenza però di una riduzione contestuale di energia fossile consumata.

Questo assunto vale in particolare quando si utilizzano le fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica. In effetti, la Lombardia si caratterizza per un fabbisogno di energia elettrica che, nel caso in cui rimanesse invariato l'incremento di consumi, renderebbe comunque marginale la quota di energia prodotta da rinnovabili, a fronte di una sempre maggiore energia prodotta dal parco delle centrali termoelettriche e di un parallelo, seppur ridotto negli anni, acquisto di energia dall'estero.

A tal fine è fondamentale agganciare le politiche di sviluppo delle fonti rinnovabili alle politiche di risparmio energetico nei diversi settori finali e soprattutto enfatizzare, ove possibile e sensato, la forte vocazione territoriale che le fonti rinnovabili dovrebbero possedere.

Le fonti rinnovabili possono rappresentare in alcuni contesti territoriali, rurali e/o remoti, una valida alternativa alle fonti fossili fino a coprire l'intero fabbisogno energetico locale (è il caso delle comunità 100% FER). L'ipotesi di sviluppare l'impiego massiccio di fonti rinnovabili in alcune aree è sicuramente interessante e potrebbe anche contribuire allo sviluppo economico delle aree remote che potrebbero ricavarne un valore aggiunto legato al marketing territoriale del proprio territorio (l'esempio di Varese Ligure è emblematico).

L'esempio delle biomasse è rappresentativo, in quanto è prioritario l'avvio della creazione di filiere regionali che colleghino la gestione del territorio forestale, la conversione di parte dell'agricoltura tradizionale e il nuovo ruolo della zootecnia con lo sviluppo energetico sostenibile. Evidentemente senza questo legame le azioni rischierebbero di rimanere isolate e gli stessi benefici ambientali ed energetici sarebbero di scarso valore.



La Regione Lombardia (Direzione Generale Agricoltura) sta operando in questa direzione con il nuovo Piano di Sviluppo Rurale. Sarà essenziale quindi il massimo coordinamento tra il PAE e il PSR 2007-2013 su tutte le azioni di filiera.

Per quanto riguarda l'idroelettrico, si evidenzia come la conciliazione tra difesa della risorsa idrica (nel suo complesso, legata agli aspetti biotici, idrogeologici, paesaggistici) e la necessità di produrre energia rinnovabile sia essenziale al fine di elevare l'accettabilità sociale degli interventi. Nello specifico, il grande idroelettrico non ha margini di incremento, anzi negli anni si prevede un calo di energia prodotta, in parte compensata da interventi più piccoli e diffusi, quindi più accettabili e a minore impatto.

Le tecnologie legate al solare, per usi termici e fotovoltaici, non presentano particolari limitazioni allo sviluppo, fatta eccezione per condizioni fisiche *situ specifiche* (ad esempio, le condizioni di ombreggiamento). Se il fotovoltaico risulta strettamente ancorato alla politica di incentivazione nazionale del Conto Energia, quindi non fornisce ampi margini di azione a livello regionale, viceversa per il solare termico si aprono prospettive molto interessanti, legate soprattutto all'introduzione di normative che introducano elementi di coerenza, come, ad esempio, l'obbligatorietà all'installazione di pannelli solari per il soddisfacimento del 50% dell'acqua calda sanitaria nel caso di edifici di nuova realizzazione e sugli edifici pubblici e gli istituti scolastici esistenti.

L'eolico ha margini di sviluppo che risultano di nicchia in ambiti territoriali circoscritti nell'arco alpino e prealpino.

La geotermia ad alta entalpia necessita di approfonditi studi di fattibilità in alcune aree circoscritte, come la zona del Garda bresciano, poiché permangono significative incertezze e lacune rispetto al possibile utilizzo di tale fonte rinnovabile.

3.3.2.1 Misura Idroelettrico

Dall'analisi dello stato di fatto del sistema impiantistico idroelettrico lombardo al 2005 emerge come la risorsa idroelettrica mantenga, nonostante una contrazione della producibilità media annua verificatasi negli ultimi anni, un ruolo significativo in termini di soddisfacimento del fabbisogno elettrico regionale, contribuendo con una quota pari al 17,8% e un ruolo preponderante tra le fonti rinnovabili, dove rappresenta oltre l'80%.

Nell'ultimo quinquennio la produzione idroelettrica è scesa da circa 13.000 GWh a poco più di 9.500 GWh, per una riduzione del 27%. Tale situazione è riconducibile principalmente a particolari condizioni meteo-climatiche manifestatesi negli ultimi anni, che hanno comportato una diminuzione consistente nella disponibilità idrica complessiva. Di difficile quantificazione, ma probabilmente non trascurabile, è stato l'effetto determinato dall'apertura del mercato elettrico e le conseguenti scelte commerciali operate dai produttori di energia, che hanno privilegiato la produzione di energia idroelettrica quando essa viene valorizzata al massimo, ossia nelle "ore di punta".

Attualmente le prospettive di un incremento quantitativo del parco impianti di grande taglia, data la situazione di elevato grado di sfruttamento delle risorse disponibili, non costituisce più la risposta alle esigenze di ulteriore sviluppo e di ottimale utilizzo della risorsa idrica, anche alla luce delle ultime disposizioni legislative in materia di salvaguardia ambientale (introduzione dell'obbligo del rispetto del Deflusso Minimo Vitale) e di razionalizzazione degli usi delle risorse idriche a scala di bacino idrografico, che privilegia l'uso plurimo delle acque (in cui l'uso energetico è secondario rispetto a quello potabile e irriguo).



Per garantire quindi uno sviluppo ulteriore del settore idroelettrico, occorre orientarsi verso linee di intervento più sostenibili e riconducibili sostanzialmente a due ambiti operativi:

- promozione degli impianti di piccola taglia, definiti come mini-idroelettrico (< 3 MW), in grado di sfruttare piccoli salti legati a canali di irrigazione irrigui e acquedotti comunali;
- mantenimento in efficienza dell'attuale capacità produttiva, in buona parte correlata ad un parco impianti vetusto e bisognoso di importanti interventi di manutenzione straordinaria, unitamente ad una più generale razionalizzazione del sistema impiantistico e dei prelievi a livello di singola asta e di bacino idrografico coerenti con gli obiettivi del Piano di Tutela delle Acque, quale nuovo strumento di pianificazione integrata delle risorse idriche. Nello specifico, queste tipologie di intervento, possono, anche mediante interventi di *repowering* combinati con la revisione degli schemi impiantistici di asta, consentire incrementi di produzione anche dell'ordine del 10-15% pur nel rispetto dei più recenti parametri di corretta gestione delle risorse idriche e di deflusso minimo vitale.

Nel primo caso occorre segnalare che la Regione Lombardia ha già attivato nel corso degli ultimi anni misure concrete per promuovere il mini-idroelettrico. In particolare, attraverso l'utilizzo dei Fondi Strutturali Comunitari, nell'ambito del DOCUP Obiettivo 2 2000-2006, sono stati realizzati 17 impianti mini-idroelettrici, sfruttando nella quasi totalità dei casi condotte di acquedotti comunali, per una producibilità media annua di circa 8 GWh/anno. Attraverso il bando predisposto ai sensi della Dgr 18 dicembre 2003 n.7/15703 "*Incentivi per l'uso razionale dell'energia e per la sua produzione da fonti rinnovabili*" sono stati finanziati 10 impianti idroelettrici con potenza nominale inferiore ai 3 MW.

Per gli impianti di piccola taglia (<3 MW) esistono inoltre forme di incentivazione specifiche finalizzate a supportare e a promuovere la produzione di energia elettrica. In particolare, oltre ai Certificati Verdi e ai Certificati RECS (sistema volontario di certificazione a livello europeo) vigono prezzi di cessione dell'energia prodotta particolarmente favorevoli determinati per legge dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas.

Per quanto riguarda invece gli interventi di repowering, grazie al meccanismo di incentivazione dei Certificati Verdi (concessi per impianti a fonti rinnovabili IAFR entrati in esercizio, a seguito di nuova costruzione, potenziamento, rifacimento, o riattivazione, in data successiva al 1 aprile 1999) la maggior parte dei produttori ha già attivato azioni di ripotenziamento e/o sostituzione consistente di parti delle centrali con più di 30 anni. Il D.lgs 79/99 (art. 12) prevede espressamente che il rinnovo di una concessione di derivazione sia condizionato alla presentazione da parte del richiedente di un programma di incremento dell'energia prodotta o della potenza installata, nonché di un programma di miglioramento ambientale del bacino idrografico di pertinenza.

Nelle valutazioni relative allo sviluppo dell'idroelettrico occorre comunque tenere in considerazione gli effetti legati all'applicazione del Deflusso Minimo Vitale (DMV), strumento introdotto nel Piano di Tutela delle Acque regionale (PTUA) e definito come "*deflusso che, in un corso d'acqua deve essere presente a valle delle captazioni idriche al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi considerati*". L'applicazione della componente idrologica del DMV, da applicare entro il 2008, comporterebbe, secondo quanto riportato nel PTUA, una perdita di produzione media dell'ordine del 6,5%. A questo proposito si segnala che per la predisposizione del presente Piano d'Azione è stato avviato un confronto con gli uffici tecnici competenti di alcune Province lombarde (Bergamo, Brescia e Sondrio), finalizzato ad evidenziare criticità e opportunità connesse allo sfruttamento della risorsa idroelettrica e che, in merito



all'applicazione del DMV, ha permesso di fare ulteriori considerazioni. In particolare, è emerso che in alcuni ambiti territoriali gli impianti idroelettrici già da diversi anni hanno iniziato a rilasciare una portata dell'ordine del 5%, tale per cui l'applicazione del DMV, così come previsto dal PTUA, dovrebbe comportare una riduzione di produzione elettrica inferiore al 6,5% stimato.

Inoltre, si segnala che alcune province hanno già avviato su alcuni bacini più significativi una fase di sperimentazione nell'applicazione del DMV, che permetterà molto probabilmente di definire un dato più puntuale e contestualizzato per il rilascio di portata per il DMV, rispetto alle indicazioni più generali contenute nel PTUA.

Diventa quindi fondamentale per Regione Lombardia conoscere nel dettaglio tutti gli ambiti in cui sono in corso tali sperimentazioni e attivare, in collaborazione con gli uffici provinciali, un monitoraggio continuo. A tal fine si suggerisce l'istituzione di un tavolo permanente Regione-Province per la valutazione delle ricadute ambientali ed energetiche dell'applicazione del DMV.

Sono state individuate le linee di intervento che offrono le migliori prospettive di sviluppo e di compatibilità economica e ambientale:

- sviluppo del mini-idroelettrico su acquedotti di montagna;
- sviluppo del mini-idroelettrico sui canali irrigui;
- sviluppo del repowering e/o sostituzione degli impianti vetusti.

| MACROTEMATICA – Fonti energetiche rinnovabili | |
|--|---|
| MISURA – Idroelettrico | |
| Scheda | Azione |
| FER 1 | Incremento del mini-idroelettrico da acquedotto |
| FER 2 | Incremento del mini-idroelettrico da canali irrigui |
| FER 3 | Repowering degli impianti vetusti |

3.3.2.2 Misura Biomasse

Le biomasse, nel panorama delle fonti energetiche rinnovabili, esprimono condizioni ideali di sviluppo e diffusione capillare sul territorio. Come evidenziano i risultati ottenuti attraverso i finanziamenti erogati da Regione Lombardia in questi ultimi anni, i margini di sviluppo sono effettivamente ancora molto ampi, soprattutto per quanto riguarda la filiera legata alle aziende agricole e zootecniche. A breve la Direzione Generale Agricoltura emetterà la nuova programmazione agricola, all'interno del Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013, fissando linee di sviluppo che prevedono interventi specifici per l'utilizzo energetico delle biomasse. In virtù dell'importanza trasversale di questa tematica, è fondamentale predisporre un tavolo permanente tra la Direzione Generale Agricoltura e la Direzione Generale Reti, Servizi di Pubblica Utilità e Sviluppo Sostenibile che coordini le azioni di sviluppo dell'utilizzo energetico delle biomasse. In tal modo sarà possibile allineare le Misure del PAE con le Misure del PSR 2007-2013, massimizzando i risultati attesi. Non è inoltre da trascurare la possibilità di realizzare un Data Base contenente gli interventi/finanziamenti e i relativi risultati (in termini energetici, ambientali oltre che di miglioramento del sistema agro-forestale).

Le azioni previste nella Misura riguardano le tre tipologie di biomasse: solide, liquide e gassose. Una importante quota di biomasse solide possono essere ottenute da scarti delle



lavorazioni della filiera del legno, ad esempio nei distretti del mobile, piuttosto che dalla quota parte vegetale/legnosa di RU in aree urbane con alta densità di verde cittadino.

Per le biomasse solide e gassose è possibile affermare che la provenienza sia, almeno teoricamente, legata al territorio lombardo. Infatti gli scenari relativi alle biomasse solide e gassose hanno come punto di partenza la produzione di materia prima in regione.

L'analisi iniziale per le biomasse solide, effettuata nell'ambito degli studi di settore realizzati da IRER, risulta sicuramente interessante, ma, essendo legata alla potenzialità teorica, dovrà essere perfezionata e approfondita anche in relazione alle Misure del Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013. Per le biomasse gassose invece sono stati utilizzati i criteri previsti dalla Direzione Generale Agricoltura. I biocarburanti sono, a differenza delle altre tipologie, agganciati a target previsti dalla Direttiva Europea 2003/30/CE, recepiti dai Paesi membri con modalità differenti (l'Italia aveva previsto un target più basso rispetto a quello europeo). Si è considerata la possibilità di acquistare biocarburanti nel mercato energetico ed è quindi certo che la materia prima provenga prevalentemente da fuori regione.

Ove possibile è stata considerata la forte vocazione territoriale delle biomasse, per cui le biomasse forestali sono localizzate in aree montane e pedemontane, oltre che in parcelle territoriali di pianura con coltivazioni dedicate e/o riforestate beneficiando dei finanziamenti del PSR 2000-2006. Centri di produzione di biomasse gassose sono fortemente concentrati in aree agricole della bassa pianura lombarda, risultando infatti prodotto della zootecnia.

L'azione di Regione Lombardia, integrando i molteplici aspetti che interessano le biomasse locali, deve necessariamente considerare l'attivazione di filiere bosco-legno-energia in aree montane e pedemontane e parallelamente l'attivazione di filiere agro-energetiche che portino le aziende zootecniche a divenire veri e propri produttori di energia, capaci di collettare i reflui zootecnici di aziende limitrofe di piccole dimensioni (questo aspetto dovrà essere legato al miglioramento ambientale derivato dalla stabilizzazione dei reflui trattati).

Il contributo del biogas derivato da FORSU e quello derivato da discariche è stato valutato nella Misura relativa ai rifiuti.

| MACROTEMATICA – Fonti Rinnovabili | |
|--|---|
| MISURA – Biomasse | |
| Scheda | Azione |
| FER 4 | Biomasse solide: riscaldamento individuale |
| FER 5 | Biomasse solide: produzione centralizzata al servizio del teleriscaldamento |
| FER 6 | Biogas da reflui zootecnici |
| FER 7 | Biocombustibili |



3.3.2.3 Misura Rifiuti

E' stato valutato il potenziale energetico derivante dall'utilizzazione dei rifiuti, cercando di definire, sulla base della situazione odierna del sistema di gestione e del parco impianti di trattamento esistenti, i possibili ambiti di intervento per incrementarne il contributo energetico.

Nello specifico sono stati individuati diversi ambiti di azione:

- 1) combustione dei rifiuti urbani con recupero di energia;
- 2) recupero energetico mediante sfruttamento biogas prodotto da FORSU (frazione organica);
- 3) combustione di rifiuti speciali con recupero di energia e co-combustione all'interno di cicli produttivi;
- 4) combustione di CDR (combustibile da rifiuti) con recupero di energia e co-combustione all'interno di cicli produttivi;
- 5) recupero di biogas prodotto dalle discariche di rifiuti urbani e sfruttamento energetico.

Oltre al recupero energetico legato al trattamento di rifiuti urbani (termovalorizzazione e FORSU), temi approfonditi nelle relative schede di intervento, interessanti opportunità derivano dai rifiuti speciali. In questo caso, si tratta di valutare il contributo derivante dal recupero energetico dei rifiuti speciali in impianti industriali, ovvero impianti in cui l'utilizzazione dei rifiuti è finalizzata alla produzione di materia o energia per il ciclo produttivo.

Gli impianti industriali più rappresentativi in termini di capacità di trattamento sono i cementifici, che utilizzano rifiuti in processi di co-incenerimento nei forni per la produzione prevalentemente di clinker o di altre materie prime destinate al settore edilizio (argilla espansa, calce, ecc). Nel settore della lavorazione del legno è frequente l'utilizzazione degli scarti di lavorazione per la produzione di calore, utilizzato successivamente nell'ambito del processo produttivo, nelle fasi di essiccazione dei manufatti prodotti (pannelli, mobili, ecc). In questo settore si trovano anche alcuni impianti di discreta dimensione che producono energia elettrica e/o termica.

Rispetto alla modalità di gestione, emerge che la maggior parte degli impianti che inceneriscono rifiuti speciali sono direttamente inseriti nei cicli produttivi e dedicati quindi all'autosmaltimento dei rifiuti prodotti.

Per quanto riguarda il CDR, si prospetta come ulteriore possibilità di utilizzazione, parallelamente alla combustione in impianti dedicati finalizzata a produrre energia elettrica, la co-combustione in impianti industriali. In questo caso, il CDR verrebbe impiegato in sostituzione dei combustibili fossili tradizionali.

L'intervento possibile in questo caso consiste nell'indirizzare i nuovi impianti industriali a soddisfare il proprio fabbisogno energetico mediante l'utilizzo di CDR, privilegiando:

- la fornitura di calore (teleriscaldamento) a nuclei abitati, con conseguente dismissione di corrispondenti impianti termici privati;
- la fornitura di energia elettrica a distretti industriali contigui.

Le discariche di rifiuti urbani richiamano invece le importanti opportunità di recupero energetico legate alla captazione e allo sfruttamento del biogas prodotto dal processo di fermentazione anaerobica della frazione organica contenuta nei rifiuti.



La formazione di biogas in una discarica trova origine da un complesso di reazioni biochimiche a catena che caratterizzano le varie fasi di degradazione biologica dei rifiuti. Le fasi possono essere così identificate:

- fase aerobica (transitoria);
- fase acida;
- fase metanigena.

Ogni fase vede coinvolti specifici gruppi di microrganismi, capaci di metabolizzare solo particolari substrati: i cataboliti di una fase fungono da substrato per i microrganismi che partecipano alla fase successiva, da cui l'intensa correlazione esistente tra una fase e quella successiva.

La produzione del biogas dipende principalmente dalla tipologia di rifiuti stoccati, con particolare riferimento alla materia organica presente, dalla densità dei rifiuti (grado di compattamento) e dall'età della discarica. Infatti, sulla base dei dati disponibili in letteratura, il tasso annuo di produzione del biogas passa dai 15-20 m³/t anno dei primi 5 anni di attività ai 4-8 m³/t anno per discariche in attività da 5-30 anni. Nei primi anni successivi alla messa a dimora dei rifiuti, inoltre, anche la composizione del biogas si arricchisce in metano e pertanto il suo potere calorifico risulta gradualmente crescente. Questa molteplicità di fattori rende conto della non linearità della relazione tra produzione di biogas e quantità di rifiuti smaltiti.

La quantità massima di gas producibile a partire dalla sostanza organica biodegradabile disponibile nell'arco dell'intero il processo di degradazione è mediamente pari a circa 200m³/t. Il picco di produzione si rinviene di norma uno o due anni dopo il termine del conferimento degli RSU, se questo ha avuto un andamento abbastanza regolare.

Con la normativa tecnica emanata nel 1984, la costruzione di una discarica è diventata un'operazione più complessa, dato che sono previsti numerosi accorgimenti tecnici per la tutela ambientale (impermeabilizzazione del bacino di contenimento, captazione del percolato e del biogas, copertura giornaliera con terra, ecc.). Poiché la produzione di biogas nella discarica comporta la produzione di un gas ad effetto serra, inquinante se disperso nell'atmosfera, è stato reso obbligatorio per tutte le discariche, con l'emanazione del D.lgs n. 36 del 13 gennaio 2003, la predisposizione di un sistema di captazione del gas. La captazione del biogas viene effettuata mediante pozzi scavati all'interno della discarica e posti in depressione per mezzo di una centrale di aspirazione. I pozzi sono collegati a stazioni di regolazione automatica grazie alle quali è possibile mantenere equilibrata la rete di estrazione e trasporto del biogas. Imponendo valori di depressione determinati nella rete di captazione del biogas, è possibile ottenere una percentuale di metano superiore al 50%.

Sotto il profilo economico, l'adozione della discarica come sistema di trattamento finale dei rifiuti comporta oggi costi d'impianto e di esercizio non più trascurabili o nulli. La gestione del biogas, che rappresenta uno dei prodotti del processo di degradazione che coinvolge la componente organica del rifiuto, è quindi una delle attività più importanti del ciclo di smaltimento in virtù dell'elevato potenziale che può avere in termini di impatto ambientale. Il potere calorifico di tale miscela gassosa lo rende inoltre idoneo al recupero energetico.

Per uno sviluppo del recupero energetico a partire dal biogas prodotto dalle discariche si può pensare di intervenire sulle discariche in fase di ampliamento, che presentano le necessarie caratteristiche, in modo da recuperare quantitativi di biogas sufficienti ai fini della produzione di energia elettrica. Quest'ultimo obiettivo può essere raggiunto condizionando, nel caso in cui ne sussistano le opportune condizioni, la realizzazione degli



ampliamenti delle discariche e/o l'autorizzazione alla loro gestione, alla costruzione di impianti di captazione del biogas per lo sfruttamento ai fini della produzione di energia elettrica.

Non disponendo di informazioni puntuali rispetto alla situazione ad oggi esistente delle discariche presenti in Lombardia, in termini di nuovi progetti di ampliamento, non è stato possibile quantificare le potenzialità legate allo sfruttamento energetico del biogas producibile. A questo scopo, sarà necessario prevedere un approfondimento specifico.

| MACROTEMATICA – Fonti energetiche rinnovabili | |
|--|--|
| MISURA – Rifiuti | |
| Scheda | Azione |
| FER 8 | Recupero energetico dalla termovalorizzazione dei rifiuti urbani |
| FER 9 | Recupero energetico da FORSU |

3.3.2.4 Misura Solare termico

Il solare termico può favorire l'accrescimento della competitività del sistema industriale lombardo, in quanto le tecnologie sono per la maggior parte tipiche delle PMI e dunque idonee alla cultura che contraddistingue in prevalenza il tessuto industriale regionale. Queste tecnologie favoriscono lo sviluppo, necessitando di un'applicazione diffusa e determinando la possibilità di ampie positive ricadute sul territorio. Altresì offrono la possibilità di creare nuovi posti di lavoro, con la potenziale sostituzione dei costi del combustibile, attraverso nuovo valore aggiunto e di conseguenza nuova occupazione. Tale aspetto è particolarmente rilevante, considerando il potenziale delle rinnovabili che possono direttamente o indirettamente essere associate alle tecnologie solari.

E' necessario un grosso impegno di ricerca, sviluppo e incentivazione in questo settore per ottenere rendimenti più elevati e per ridurre drasticamente i costi di produzione, così da poter poi accedere ad un potenziale sfruttabile davvero consistente, tale da produrre un drastico cambiamento, in prospettiva, del ruolo del solare termico e delle rinnovabili in generale nel contesto del mercato energetico.

Un'idea delle potenzialità di mercato può essere desunta dall'analisi dei dati del patrimonio immobiliare regionale (Fonte: ISTAT, Censimento 2001), stimato in oltre 4 milioni di unità abitative, di cui più di 3,6 milioni occupate dai residenti: questo patrimonio è "solarizzato" per una quota inferiore al 2%. Tenendo presente che occorrono almeno 2 m² di collettori solari per unità abitativa per fornire un sufficiente quantitativo di acqua calda sanitaria (ACS), il mercato regionale del solare termico per la produzione di ACS in ambito residenziale potrebbe avere una potenzialità teorica di circa 8 milioni di m².

Nel settore manifatturiero attualmente le potenzialità del solare termico per diversi processi industriali con riscaldamento fino a 250°C sono difficilmente sfruttabili, ma c'è da attendersi un drastico mutamento di approccio, qualora il livello dei prezzi dei combustibili tradizionali ecceda i costi delle applicazioni industriali del solare termico: il costo del petrolio è aumentato in media del 25% all'anno dal 1998 al 2006.

Quasi la metà della domanda finale di energia è assorbita dagli usi per riscaldamento e raffrescamento, principalmente negli edifici ad uso residenziale e terziario.

La sempre minore disponibilità di combustibili fossili nei prossimi decenni renderà proibitivo il loro uso per il riscaldamento e raffrescamento degli edifici.

Misure di utilizzo efficiente dell'energia e di riduzione dei consumi in generale non potranno essere sufficienti a recuperare l'energia necessaria.



Uno sviluppo su larga scala delle FER e specialmente del solare termico (la cui tecnologia semplice è già a livelli maturi) è il fattore essenziale per garantire energia sostenibile per il riscaldamento e il raffrescamento degli edifici.

I benefici economici ed ambientali connessi ad una vasta diffusione del solare termico possono essere stimati in un risparmio regionale annuo di circa 6 miliardi di kWh/anno, pari a circa 1,5 milioni di tonnellate di CO₂ di emissioni evitate (sempre nell'ipotesi minima di installare solo 2 m² per ogni unità abitativa).

A questa potenzialità, che da sola giustifica l'interesse economico e sociale per questa tecnologia, vanno aggiunte le applicazioni sui grandi impianti, legate al riscaldamento degli ambienti e dell'acqua delle piscine coperte e scoperte, oltre a quelle di settori di mercato con maggior contenuto tecnologico, come il settore dell'utilizzo del solare termico per il raffrescamento estivo degli edifici. Per il mercato delle apparecchiature di condizionamento, in particolare, è da prevedere una crescita esponenziale per i prossimi decenni, sia per l'aumento della richiesta di comfort, sia per il progressivo incremento delle temperature estive. Impianti di condizionamento che utilizzino energia solare (*solar cooling*) possono coprire una larga fascia della domanda di raffrescamento proprio per effetto della contemporaneità tra la domanda di raffrescamento e l'aumento della radiazione solare estiva, contribuendo inoltre ad evitare picchi anomali ed eccessivi di richiesta di energia elettrica nel periodo estivo.

La tecnologia

Il collettore solare consiste in una piastra captante che, grazie alla sua geometria e alle proprietà della sua superficie, assorbe energia solare e la converte in calore (conversione fototermica). Tale energia viene poi inviata ad un fluido termovettore, che circola all'interno del collettore stesso o in particolari trasportatori di energia termica, quali i tubi di calore. La caratteristica principale che identifica la qualità di un collettore solare è l'efficienza, intesa come capacità di conversione dell'energia solare incidente in energia termica.

Esistono tre principali tipologie di collettori solari:

- piani;
- sottovuoto;
- a concentrazione.

I collettori solari piani vetrati rappresentano la tipologia attualmente più diffusa. Sono essenzialmente costituiti da una copertura in vetro, una piastra captante isolata termicamente nella parte inferiore e lateralmente, contenuti all'interno di una cassa metallica o plastica. Sono molto comuni, molto versatili e di costo medio. La piastra captante, o assorbitore, può essere anche di tipo selettivo, ovvero un trattamento speciale con un elevato assorbimento nello spettro visibile della radiazione solare, ma una riemissione molto bassa.

Quelli non vetrati, invece, sono normalmente di materiale plastico e vengono direttamente esposti alla radiazione solare. Viste le elevate dispersioni termiche che li contraddistinguono, sono indicati solo per uso estivo e sono generalmente utilizzabili, oltre che convenienti poiché poco costosi, per il riscaldamento di piscine, negli stabilimenti balneari, nei campeggi e nelle residenze di villeggiatura estiva.

I collettori solari sottovuoto sono progettati con lo scopo di ridurre notevolmente le dispersioni di calore verso l'esterno. Infatti la presenza di un'intercapedine sottovuoto consente al fluido termovettore (che scorre all'interno in tubi ad U o in tubi di calore) di



riscaldarsi, minimizzando le dispersioni termiche verso l'esterno. Sono a più alta efficienza rispetto alle tipologie prima richiamate, utilizzabili per tutto l'arco dell'anno, ma anche più costosi.

I collettori solari a concentrazione sono muniti di riflettori di diversa tipologia (parabolici lineari, eliostati, parabolici puntuali), capaci di concentrare la radiazione solare in corrispondenza dell'assorbitore all'interno del quale scorre il fluido termovettore. Sono efficaci solo con la luce solare diretta. Questo tipo di collettore, potendo raggiungere alte temperature (400-600 °C), è una scelta logica per generatori solari o centrali elettriche.

Per bassi ΔT è superiore l'efficienza del collettore piano vetrato selettivo, mentre per ΔT superiori ai 60°C circa, l'efficienza maggiore è quella dei collettori solari con tubi sottovuoto.

Ciò significa che i collettori sottovuoto sono più efficienti dei collettori selettivi, dove sono presenti temperature di collettore molto alte e con basse temperature ambiente. Tale condizione si verifica solo in particolari condizioni (per esempio, durante il periodo estivo nelle ore centrali della giornata).

Il collettore con tubi sottovuoto ha quindi un'efficienza superiore quando si è in presenza di ottima insolazione (quando cioè c'è grande disponibilità di energia solare) a bassa temperatura (per esempio, in montagna), mentre nelle condizioni con bassa energia solare, a bassa temperatura, la resa dei collettori piani vetrati selettivi è superiore.

Ciò sta ad indicare che la caratteristica di selettività dei collettori piani vetrati annulla il *gap* dovuto alla proprietà di minori dispersioni termiche dei tubi sottovuoto.

Si può quindi facilmente dedurre che i collettori piani selettivi sono particolarmente indicati per applicazioni in campo domestico, ovvero produzione acqua calda sanitaria, integrazione al riscaldamento a bassa temperatura e mantenimento in temperatura di acqua di piscine.

L'impegno della Regione Lombardia per la diffusione del solare termico

Già nel Programma Energetico Regionale approvato nel 2003 erano posti obiettivi di sviluppo del solare termico, in termini economici (erogazione di contributi per la realizzazione di impianti) e di rendimento (producibilità ed emissioni evitate).

Le minori risorse disponibili destinate ai contributi hanno consentito di raggiungere obiettivi quantitativi pari a circa il 15% di quelli programmati (Tabella 3.2 e Figura 3.4).

Periodo 2002 - 2005^(*)

| Parametri di valutazione | | Programma PER 2003 | Consuntivo 15/7/06 | % realizz. |
|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| Contributo bando 2002/03 | Euro | 1.500.000 | 800.753 | 53,4 |
| Contributo bando 2003/04 | Euro | 3.000.000 | 387.816 | 12,9 |
| Contributo bando 2004/05 | Euro | 5.500.000 | 451.926 | 8,2 |
| Totale contributi al luglio 2006 | Euro | 10.000.000 | 1.640.495 | 16,4 |
| Totale investimenti per impianti | Euro | 40.000.000 | 5.885.328 | 14,7 |
| Collettori installati | m ² | 45.000 | 6.428 | 14,3 |
| Energia producibile | MWh/anno | 35.000 | 5.137 | 14,7 |
| CO₂ evitata | tCO ₂ /anno | 12.000 | 1.118 | 9,3 |
| Energia convenzionale risparmiata | tep/anno | 5.000 | 442 | 8,8 |

^(*) I dati relativi al Bando 2004/05 non si riferiscono al totale dei contributi erogabili, essendo tuttora in corso la fase istruttoria delle ultime domande.

Tabella 3.2 – Riepilogo economico ed ambientale delle azioni regionali di incentivazione del solare termico, 2002-2005.

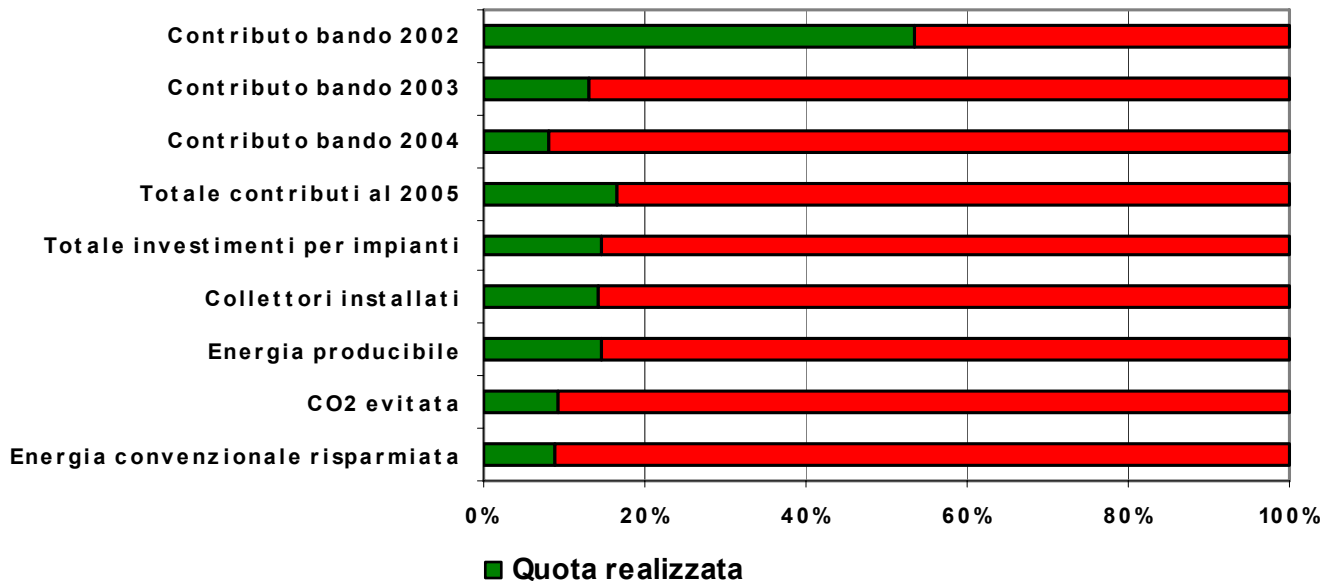


Figura 3.4 – Andamento dei bandi regionali 2002-2005 per l'incentivazione del solare termico: realizzazione rispetto agli obiettivi del PER 2003.

Peraltro, i parametri specifici di producibilità e di sostenibilità sono risultati confrontabili con quelli programmati. Infatti, considerando cautelativamente una vita media dell'impianto di 20 anni, riferendo il valore dei contributi erogati alle emissioni di CO₂ evitate, il PER prevedeva un'incidenza di 0,042 € di contributo per ogni kg di CO₂ non emessa in 20 anni: dal consuntivo, aggiornato al mese di luglio 2006, dei tre bandi (2002/03 e 2003/04, terminati, 2004/05 in fase di istruttoria per circa la metà dei contributi) risulta un'incidenza di 0,073 € per ogni kg di CO₂ non emessa.

Analogamente, per quanto riguarda la producibilità, il PER prevedeva un'incidenza di 1,429 €Cent per ogni kWh producibile, contro un risultato di 1,597 €Cent di contributo per ogni kWh producibile.

Può essere significativo valutare questi risultati confrontandoli con i costi delle esternalità, calcolati secondo il modello MACBET (Modello per l'Analisi Costi Benefici delle Tecnologie Energetiche) e con le recenti valutazioni del progetto ExternE – Externalities of Energy della Commissione europea (Tabella 3.3).

| Progetto ExternE | |
|---------------------------------|---------------|
| Energia elettrica prodotta con: | |
| - olio combustibile | 3÷5 €Cent/kWh |
| - gas | 2÷3 €Cent/kWh |

| Modello MACBET | |
|---------------------------------|----------------|
| Energia elettrica prodotta con: | |
| - olio combustibile | 4,78 €Cent/kWh |
| - gas | 2,24 €Cent/kWh |

Tabella 3.3 – Costi delle esternalità connesse alla produzione di energia elettrica tramite olio combustibile e gas naturale.



Confrontando le stime dei costi esterni con il costo dell'incentivazione regionale, si può rilevare il vantaggio conseguito, in termini di costi specifici, avendo eliminato un costo esterno massimo di 5 €Cent/kWh con un costo di incentivo pari a 1,597 €Cent/kWh, che, riferito alla vita media degli impianti, porta a un risparmio complessivo di circa 3.500.000 €, derivante da costi esterni evitati.

Nelle Figure 3.5 – 3.7 sono riportati i risultati dei bandi d'incentivazione programmati e promossi dalla Regione Lombardia sulla base del PER 2003.

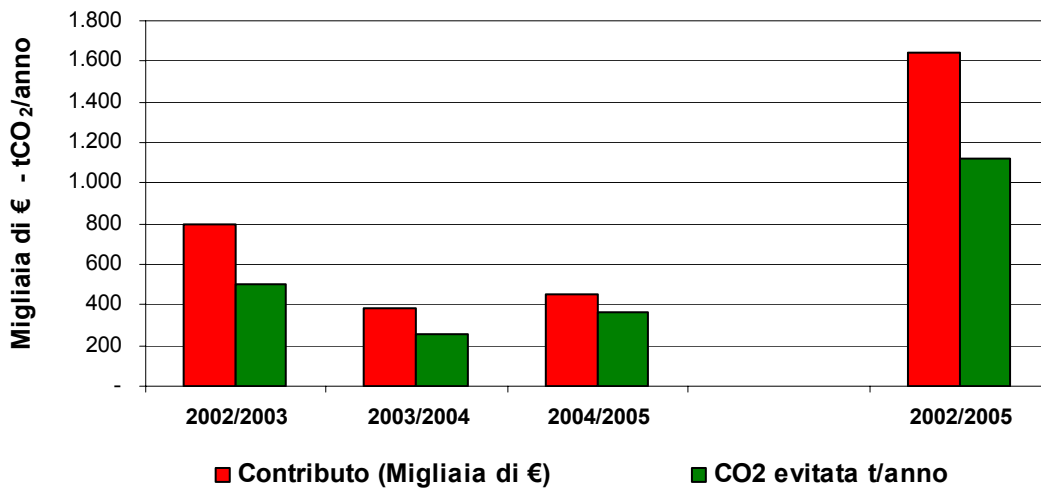


Figura 3.5 – Rapporto tra investimento economico di incentivazione regionale del solare termico e risultati ambientali (CO₂ evitata), 2002-2005.

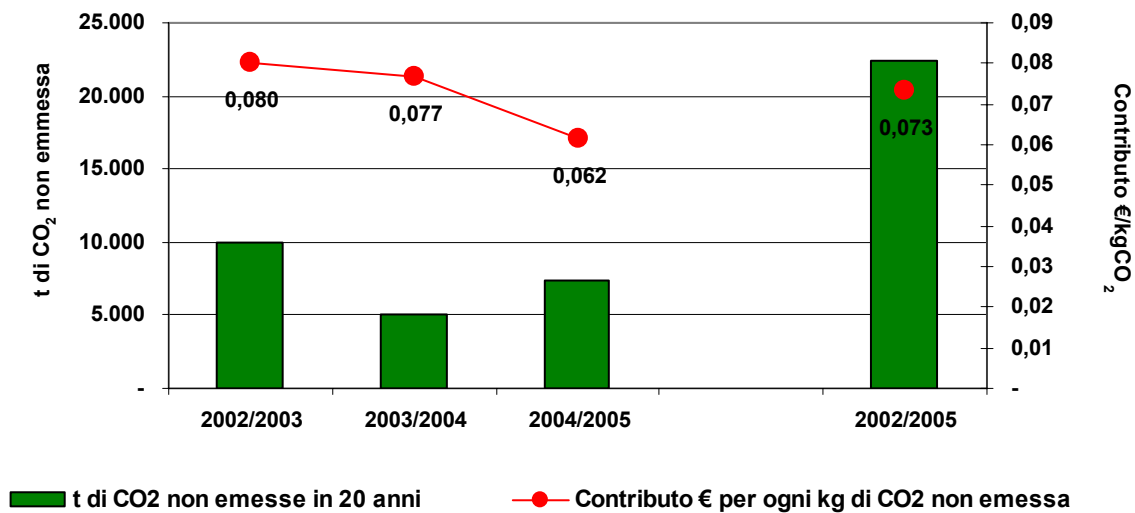


Figura 3.6 – Bandi regionali di incentivazione del solare termico, 2002-2005: costo del contributo per kgCO₂ non emessa in 20 anni di vita media degli impianti.

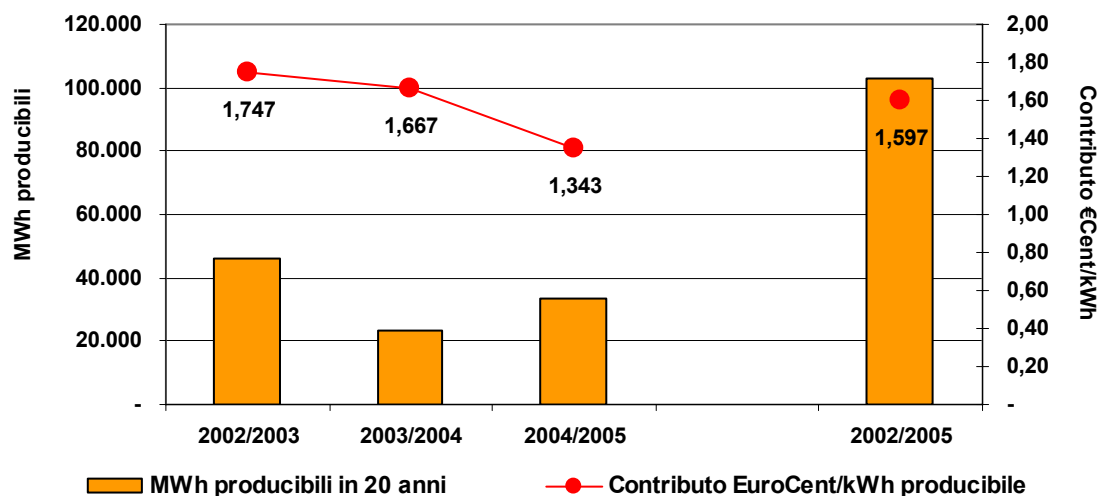


Figura 3.7 – Bandi regionali di incentivazione del solare termico, 2002-2005: costo del contributo per kWh producibile in 20 anni di vita media degli impianti.

Il grado di penetrazione della tecnologia solare termica in Lombardia è di seguito completato con i dati relativi al Bando regionale del 2001 e con i risultati di un'indagine a campione condotta, nell'ambito dei lavori del PAE, nei primi mesi del 2006, coinvolgendo circa 1.000 imprese di installazione di pannelli solari termici sul territorio regionale. L'indagine ha riguardato il censimento degli impianti realizzati senza usufruire dei contributi dei vari bandi regionali. Si dispone di 83 risposte, pari a circa l'8% del campione. Gli installatori che hanno risposto rappresentano in ogni caso il 65% del mercato rispetto agli impianti realizzati mediante i Bandi regionali. Risultano realizzati 327 impianti, per una superficie complessiva installata di 2.566 m² ed una producibilità totale di 1.680.778 kWh. Nelle Tabelle 3.4 – 3.5 sono riepilogati i risultati dell'indagine.

| Anno installazione | n. impianti | m ² | kWh producibili |
|--------------------|-------------|----------------|------------------|
| 1999 | 5 | 24,8 | 20.134 |
| 2000 | 9 | 67,6 | 54.163 |
| 2001 | 20 | 125,6 | 92.306 |
| 2002 | 25 | 170,3 | 132.578 |
| 2003 | 34 | 231,7 | 141.375 |
| 2004 | 63 | 482,4 | 292.382 |
| 2005 | 142 | 1197,5 | 737.573 |
| 2006 | 29 | 266,0 | 210.267 |
| Totale | 327 | 2.565,9 | 1.680.778 |

Tabella 3.4 - Impianti solari termici realizzati in Lombardia senza il co-finanziamento regionale, suddivisi per anno di installazione (Elaborazioni: Punti Energia).



| Provincia | n. impianti | m ² | kWh producibili |
|---------------|-------------|----------------|------------------|
| Bergamo | 54 | 445,3 | 281.956 |
| Brescia | 42 | 371,4 | 232.116 |
| Como | 82 | 625,0 | 327.529 |
| Cremona | 6 | 38,2 | 29.045 |
| Lecco | 18 | 141,2 | 96.931 |
| Lodi | 3 | 17,6 | 10.560 |
| Mantova | 20 | 133,2 | 139.738 |
| Milano | 43 | 310,7 | 211.855 |
| Pavia | 3 | 13,2 | 11.140 |
| Sondrio | 20 | 189,2 | 140.930 |
| Varese | 36 | 281,0 | 198.978 |
| Totale | 327 | 2.565,9 | 1.680.778 |

Tabella 3.5 - Impianti solari termici realizzati in Lombardia senza il co-finanziamento regionale, suddivisi per provincia (Elaborazioni: Punti Energia)

La Tabella 3.6 riepiloga i dati degli impianti installati attraverso i bandi regionali e su iniziativa "spontanea", risultanti dall'indagine a campione effettuata nell'ambito del PAE.

| Provincia | Impianti | | | m ² | | | TOTALI | | | |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|----------------|---------------------|------------------------|
| | Regione 2001 | Regione 2002/05 | Privati 1999/06 | Regione 2001 | Regione 2002/05 | Privati 1999/06 | impianti | m ² | kWh (*) producibili | kWh _{th} (**) |
| Bergamo | 46 | 75 | 54 | 342,0 | 744,6 | 445,3 | 175 | 1.532 | 1.225.528 | 1.072 |
| Brescia | 115 | 145 | 42 | 955,3 | 1.261,9 | 371,4 | 302 | 2.589 | 2.070.877 | 1.812 |
| Como | 88 | 102 | 82 | 932,7 | 904,2 | 625,0 | 272 | 2.462 | 1.969.512 | 1.723 |
| Cremona | 21 | 13 | 6 | 107,4 | 120,0 | 38,2 | 40 | 266 | 212.488 | 186 |
| Lecco | 38 | 25 | 18 | 194,8 | 175,7 | 141,2 | 81 | 512 | 409.352 | 358 |
| Lodi | 4 | 4 | 3 | 22,8 | 31,1 | 17,6 | 11 | 72 | 57.232 | 50 |
| Mantova | 29 | 39 | 20 | 160,3 | 205,6 | 133,2 | 88 | 499 | 399.349 | 349 |
| Milano | 45 | 68 | 43 | 338,2 | 814,3 | 310,7 | 156 | 1.463 | 1.170.528 | 1.024 |
| Pavia | 11 | 20 | 3 | 70,0 | 90,3 | 13,2 | 34 | 174 | 138.816 | 121 |
| Sondrio | 80 | 183 | 20 | 389,7 | 1.485,1 | 189,2 | 283 | 2.064 | 1.651.194 | 1.445 |
| Varese | 27 | 74 | 36 | 185,8 | 594,9 | 281,0 | 137 | 1.062 | 849.360 | 743 |
| Totale | 504 | 748 | 327 | 3.699,0 | 6.427,9 | 2.565,9 | 1.579 | 12.693 | 10.154.235 | 8.885 |

(*) 800 kWh/m²: media installazioni - (**) 0,700 kWh_{th}/m²: fattore di conversione convenzionale adottato da IEA

Tabella 3.6 - Impianti solari termici realizzati in Lombardia con e senza il co-finanziamento regionale, suddivisi per provincia, 1999-2006 (Fonte: Punti Energia).

| MACROTEMATICA – Fonti energetiche rinnovabili | |
|--|--|
| MISURA – Solare termico | |
| Scheda | Azione |
| FER 10 | Impianti solari termici in edifici di proprietà pubblica |
| FER 11 | Impianti solari termici nelle imprese |
| FER 12 | Impianti solari termici in edifici pubblici e in strutture scolastiche |
| FER 13 | Sviluppo del solare termico nel settore residenziale |



3.3.2.5 Misura Solare fotovoltaico

Il solare fotovoltaico ha avuto di recente un grandissimo sviluppo grazie all'introduzione del Conto Energia, che ha dato risultati decisamente interessanti in Lombardia. In pochi mesi sono stati abbondantemente superati gli obiettivi fissati per la tecnologia nel PER 2003. Non è, in questo senso, pensabile un contributo in conto capitale da parte di Regione Lombardia.

Viceversa, è opportuno prevedere per la Regione un ruolo di promozione e di diffusione di questa tecnologia presso le strutture pubbliche degli Enti Locali lombardi. Una possibile azione in tal senso vedrebbe l'intervento regionale per la realizzazione degli studi di fattibilità, per conto degli Enti Locali, e quindi un supporto per la predisposizione della domanda da trasmettere al GSE per potere accedere al meccanismo di incentivazione. In quest'ottica è fondamentale il coinvolgimento di Finlombarda, a cui competono le funzioni connesse all'erogazione del capitale necessario a realizzare l'impianto. In tal modo si supererebbero i problemi di mancanza di know-how da parte degli Enti Locali minori, che spesso non riescono ad accedere a specifici finanziamenti senza dover necessariamente fare ricorso al supporto di imprese private. Questa procedura è in fase di verifica e sperimentazione per l'installazione di un grande impianto da circa 50 kW_{el} ammesso al Conto Energia presso la sede regionale di via Taramelli a Milano.

È stata stimata la possibile penetrazione entro il 2012 del solare fotovoltaico, considerando le installazioni del primo periodo di gestione del Conto Energia (dati riferiti al 3° e al 4° trimestre 2005), con decrementi progressivi del 10% ogni anno sul precedente, a partire dal 2007, valutando in tal modo l'incidenza sia di una possibile diminuzione dell'interesse per la tecnologia sia delle difficoltà del mercato fotovoltaico per garantire un'offerta sufficiente alla crescente domanda internazionale della tecnologia (Tabella 3.7). Per il calcolo della potenza installata vengono considerate le installazioni ammesse al Conto Energia dal 3° trimestre 2005 al 1° trimestre 2006, stimando, per i rimanenti 3 trimestri del 2006, una potenza ammessa pari al triplo del primo.

| Stima al 2012 | Potenza totale (kW) | Energia prodotta (kWh) | CO ₂ non emessa (t CO ₂) | Energia sostituita (tep) |
|---------------|---------------------|------------------------|---|--------------------------|
| Totale | 654.220 | 752.352.084 | 163.697 | 64.702 |

Tabella 3.7 – Scenario di penetrazione della tecnologia fotovoltaica sul territorio regionale al 2012.

In Lombardia inoltre è in corso un progetto di ricerca su nuovi materiali utilizzati per la tecnologia fotovoltaica, che potrebbe avere come effetto un abbassamento dei costi di produzione delle celle fotovoltaiche favorendo così uno sviluppo esponenziale della diffusione di questa tecnologia.

| | |
|--|---|
| MACROTEMATICA – Fonti energetiche rinnovabili | |
| MISURA – Solare fotovoltaico | |
| Scheda | Azione |
| FER 14 | Impianti solari fotovoltaici in edifici pubblici di proprietà degli Enti Locali |



3.3.2.6 Misura Geotermia

Provenendo direttamente dall'interno della terra, l'energia geotermica è l'unica fonte rinnovabile indipendente dal sole.

Non sempre tuttavia esistono le condizioni minime per consentire lo sfruttamento del calore contenuto nel sottosuolo, dato che è necessario che siano presenti tre condizioni:

- la sorgente di calore (generalmente un'intrusione magmatica posta ad una profondità compresa tra i 5 e i 10 km);
- il serbatoio (ovvero lo strato di rocce calde permeabile nel quale i fluidi assorbono calore, un complesso che è racchiuso all'interno di uno strato impermeabile collegato a zone superficiali dalle quali percolano le acque meteoriche);
- il fluido.

Nelle condizioni più favorevoli è possibile, mediante scavi profondi da qualche centinaio di metri fino a 4.000 metri, estrarre vapore che può essere impiegato per la produzione di energia geotermoelettrica.

Le risorse geotermiche vengono classificate in funzione dell'entalpia in:

- alta entalpia (acqua e vapore a temperatura superiore ai 150-200 °C);
- media entalpia (tra 100 e 180 °C);
- bassa entalpia (minore di 100 °C).

Nel primo caso l'energia geotermica viene impiegata per la produzione di energia elettrica (come avviene a Larderello, in Toscana) oppure per alcuni usi industriali. Il geotermico a media e bassa entalpia viene impiegato per usi diretti (agricoli, civili, industriali e termali).

I più importanti impianti per lo sfruttamento dell'energia geotermica ad usi diretti presenti sul territorio nazionale sono quelli di Ferrara, Vicenza, Castelnuovo Val di Cecina, Acqui, Bagno di Romagna e Grosseto. Per poter riscaldare un ambiente bisogna comunque tener presente che è necessario disporre di una temperatura dell'acqua di circa 70 °C, nel caso vengano utilizzati radiatori, e di 40 °C nel caso in cui vengano impiegati impianti a pannelli radianti. Se ciò non fosse possibile, risulta inevitabilmente necessario disporre di sistemi integrativi per poter innalzare la temperatura del fluido. Qualora occorra invece alimentare sistemi ad assorbimento per il raffrescamento degli ambienti, il fluido caldo dovrebbe avere una temperatura all'incirca di 80-110 °C.

Sebbene l'Italia rappresenti uno dei Paesi geotermicamente più "caldi" di tutta l'Unione Europea, le caratteristiche del sottosuolo lombardo appaiono poco adatte allo sfruttamento di questa fonte di energia. Il gradiente geotermico della pianura lombarda e del settore alpino (comprese le Prealpi) è pari a 2 °C ogni 100 metri di profondità (inferiore al valore medio di 3 °C). Fatta eccezione per la presenza di alcune limitate aree nelle quali è possibile sfruttare la geotermia in ragione della presenza di fluidi caldi a basse profondità, il territorio lombardo in prevalenza non presenta le condizioni sufficienti per un significativo sfruttamento geotermico.

Nonostante la situazione del sottosuolo della Lombardia sia tale da escludere l'impiego di energia geotermica ad alta entalpia, esiste comunque un potenziale geotermico a bassa e bassissima entalpia economicamente sfruttabile e che deve essere necessariamente promosso al fine di ridurre i consumi energetici legati alle fonti non rinnovabili.

L'assenza di zone adatte alla produzione di energia termica ed elettrica da fonte geotermica non esclude comunque la significatività di un'attività di ricerca (eventualmente



anche di sfruttamento a fini geotermici) che si concentri sui numerosi pozzi scavati in passato per la ricerca di idrocarburi.

Così come è avvenuto a Rodigo, è possibile individuare alcuni siti dai quali sfruttare la risorsa geotermica (nel caso specifico citato, l'energia prodotta viene impiegata per l'orticoltura, l'essiccazione dei cereali e dei foraggi, per il condizionamento delle serre e per applicazioni termali), senza generare alcuna ripercussione sull'ambiente.

Nella Tabella 3.8 vengono riportati i dati più significativi di questo caso esemplare a livello lombardo.

| Destinazione d'uso | Tep/a ante 1998 | Tep/a post 1998 | Tep/a post 2005 |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Essiccatoio cereali | 130 | 0 | 0 |
| Essiccatoio foraggi | 315 | 0 | 0 |
| Ortofloricoltura | 390 | 420 | 420 |
| Itticoltura | 263 | 310 | 310 |
| Piscine | 0 | 186 | 186 |
| Servizi generali | 35 | 35 | 35 |
| Uso termale | 0 | 0 | 212 |
| TOTALE | 1.133 | 951 | 1.163 |

Tabella 3.8 - Bilancio termico delle attività connesse al pozzo Rodigo 1

(Fonte: M. Castelli, R. Carella, C. Bordelli, Geotermia: energia diffusa).

3.3.2.7 Misura Eolico

Quando si parla di energia del vento si intende l'energia cinetica associata alle masse d'aria che si spostano da aree ad alta pressione verso aree a bassa pressione. L'intensità e la direzione del vento dipendono da diversi fattori, che possono essere sia di carattere globale che locale, come l'irraggiamento solare, il movimento di rotazione della Terra, la forza di attrito (dipendente dalla "rugosità" della superficie terrestre) e l'orografia.

L'energia eolica è molto diffusa e può essere facilmente trasformata in energia elettrica. Si tratta di una forma di energia "pulita", anche se la possibilità di trasformare l'energia del vento in modo economico è fortemente limitata dalla sua irregolarità e dalla bassa concentrazione energetica.

Il settore eolico ha conosciuto negli ultimi venti anni uno sviluppo notevole e attualmente la tecnologia per lo sfruttamento della risorsa eolica può essere considerata ormai consolidata e competitiva sotto il profilo tecnico ed economico, sia per quanto riguarda gli impianti più piccoli sia per quelli di taglia medio grande. Quest'ultimi, in particolare, risultano i più diffusi commercialmente per la produzione di energia elettrica in collegamento alla rete di distribuzione.

La tecnologia sviluppata si basa sul principio di trasformazione dell'energia cinetica della massa d'aria in movimento a una data velocità in energia meccanica (e successivamente elettrica) per mezzo di turbine, dette aerogeneratori. Attualmente sono disponibili diverse taglie tipicamente variabili tra 850 kW e 2 MW per installazioni su terra (*on-shore*) e che possono raggiungere e superare 3 MW per installazioni in mare (*off-shore*). Nello specifico, gli impianti vengono usualmente suddivisi in tre classi in base alla dimensione:

- Piccola taglia (<1 - 30 kW);
- Media taglia (30 - 600 kW);
- Grande taglia (> 600 kW).



La configurazione più diffusa della turbina eolica è quella ad asse orizzontale. Vengono anche prodotte delle turbine ad asse verticale, cioè con l'asse della macchina perpendicolare alla direzione del vento; sono macchine poco diffuse (la loro efficienza è inferiore di quella delle turbine ad asse orizzontale) e vengono attualmente realizzate per applicazioni in cui è richiesta una potenza di qualche decina di kW. La maggior parte delle macchine commerciali oggi sul mercato è del tipo tri-pala. L'evoluzione è verso potenze unitarie crescenti (>600 kW) che permettono decrementi nel costo dell'energia ma che richiedono caratteristiche anemologiche più vincolanti.

Gli attuali aerogeneratori hanno rendimenti elettrici che si aggirano fra il 20 ed il 45% (con un valore di riferimento del 35% per le macchine di maggior diffusione), mentre la vita operativa dell'impianto è stimabile in 20 anni. Il fattore di utilizzo, fortemente legato alla ventosità locale è stimato per il territorio nazionale in 2000 ore/anno.

Da un punto di vista più strettamente ambientale è importante sottolineare l'importanza, sia in fase di valutazione delle potenzialità di sviluppo dell'eolico sia in fase progettuale - esecutiva, di un'analisi di tutti gli aspetti legati all'impatto ambientale e paesistico indotto.

Un recente sviluppo delle tecnologie relative allo sfruttamento del vento, sicuramente più interessante in un contesto come quello lombardo rispetto agli impianti tradizionali anche in considerazione del minor impatto sull'ambiente, è il settore delle piccole turbine eoliche. Con questo termine si intendono impianti di potenza compresa tra poche centinaia di Watt e 30 kW, con generatori a bassa velocità di rotazione (a partire da 3 m/s) e con un utilizzo circoscritto ad utenze singole. Gli alti costi per questa tipologia di aerogeneratori rappresentano uno dei principali ostacoli allo sviluppo di tale mercato. Tali costi possono risultare in effetti eccessivi per un privato che già disponga di un allaccio della propria utenza alla rete di distribuzione.

| MACROTEMATICA – Fonti energetiche rinnovabili | |
|--|--|
| MISURA – Eolico | |
| Scheda | Azione |
| FER 15 | Nuove potenzialità di sviluppo dell'energia eolica |

3.3.3 Macrotematica Mercato Energia e Titoli di Efficienza Energetica

Questa macrotematica affronta tre linee di intervento:

- proposte di intervento da parte di Regione Lombardia nel mercato libero;
- attività nell'ambito dei DM luglio 2004;
- sviluppo e promozione delle ESCO.

Nella prima linea si trovano le proposte che Regione Lombardia può concretizzare per rendere il mercato libero dell'energia più trasparente, equo e conveniente rispetto alle varieguate utenze che vivono e lavorano in Lombardia.

I margini di azione non sono considerevoli, ma, ad esempio, sulle politiche tariffarie, la Regione può giocare un ruolo importante al fine di trovare adeguate risposte alle specifiche esigenze delle fasce di popolazione più svantaggiate e agganciarle al tema dell'efficienza energetica.

Infatti le azioni sulle tariffe non devono tradursi in una mera riduzione dei costi dell'energia, che sia per le fasce svantaggiate o per le imprese lombarde, in quanto i risultati finali si



esplicheranno negli aumenti dei consumi energetici, in palese contrasto con la necessità di ridurli, come espresso nell'ambito della macrotematica "risparmio energetico e razionalizzazione".

L'utilizzo dei nuovi meccanismi di mercato può risultare funzionale a molteplici scopi:

- orientare la domanda energetica verso fornitori di mercato per l'acquisto dei vettori energetici a costo ridotto, privilegiando le fonti rinnovabili;
- la riduzione della domanda energetica tramite l'utilizzo delle tecniche di Third Party Financing (TPF), finalizzato ad ottenere la riduzione delle emissioni inquinanti a costo nullo per gli Enti Locali e privati;
- indirizzare e stimolare i soggetti (in particolare gli Enti Locali e le partecipate pubbliche) che a diverso titolo entrano nel mercato dell'energia al fine di promuovere le ESCO.

Finlombarda, quale soggetto e strumento di raccordo fra la Regione ed il sistema bancario, può organizzare i meccanismi di ingegneria finanziaria necessari ad implementare lo sviluppo dell'intero sistema che si intende promuovere e sostenere, con particolare riguardo al supporto per gli Enti Locali.

In Lombardia, attraverso l'applicazione dei Decreti Ministeriali del luglio 2004, potranno essere ottenuti discreti risparmi di energia in funzione dell'azione congiunta dei grandi distributori di energia e, pur nei limiti ancora evidenti, delle Società di servizi per l'energia (le cosiddette ESCO). Considerando uno studio ENEA, il contributo in termini di riduzione dei consumi regionali connesso all'applicazione dello strumento dei Titoli di Efficienza Energetica (TEE) è da ipotizzare in un risparmio complessivo di 676 ktep entro il 2009.

La Regione può operare nel senso di orientare le azioni di risparmio verso interventi significativi previsti nel PAE, entrando nel sistema di incentivazione dei TEE attraverso accordi stipulati direttamente con i distributori operanti in Lombardia. Una misura potrebbe interessare direttamente lo sviluppo del sistema delle ESCO a livello regionale. È evidente che le ESCO operanti nel mercato energetico italiano non offrono tutte le garanzie necessarie a rendere il sistema realmente efficiente ed efficace. Regione Lombardia può contribuire alla selezione di criteri e standard volti al miglioramento della qualità delle ESCO, richiedendo una garanzia di risultato per esempio nell'ambito di interventi presso gli Enti Locali.

| MACROTEMATICA – Mercato energetico e Titoli di Efficienza Energetica | |
|---|--------------------------------|
| MISURA – Tutela dei consumatori | |
| Scheda | Azione |
| ME 1 | Azioni sulle tariffe agevolate |

| MACROTEMATICA – Mercato energetico e Titoli di Efficienza Energetica | |
|--|--|
| MISURA – Strumenti di supporto alle politiche per il risparmio energetico | |
| Scheda | Azione |
| ME 2 | Criteri tecnico-economici per la qualificazione delle ESCO |
| ME 3 | Titoli di Efficienza Energetica e Accordo Volontario con le ESCO |
| ME 4 | Accordo Volontario con gli Istituti di credito |



3.3.4 Macrotematica Interventi normativi, amministrativi, Accordi Volontari, Ricerca & Sviluppo

In questa macrotematica si propongono tutti quegli interventi che Regione Lombardia può realizzare attraverso strumenti normativi, pianificatori, amministrativi e accordi volontari. Sono state infine proposte schede specifiche su azioni di ricerca e sviluppo.

Questa tematica deve necessariamente prevedere un coinvolgimento ampio di tutti i soggetti interessati alle diverse materie (sicuramente le seguenti Direzioni Generali Ambiente, Agricoltura, Territorio).

Una prima parte di azioni, relativa alla pianificazione territoriale, prevede la possibilità di collaborare con la Direzione Generale Territorio per definire proposte finalizzate al risparmio energetico e alla diffusione delle fonti rinnovabili nel settore civile. In particolare, risultano funzionali alcuni interventi:

- coerenza con le previsioni di requisiti obbligatori e facoltativi per le nuove costruzioni e per le ristrutturazioni consistenti;
- previsione di iniziative di incentivazione (da definire quali siano più sostenibili) esclusivamente per gli interventi di miglioramento più spinto che risultino particolarmente innovativi o costosi;
- inserimento nei Bandi PRUST di vincoli stringenti per le nuove realizzazioni.

Per quanto riguarda alcuni aspetti normativi più specifici, che interessano le singole azioni o misure descritte nelle altre macrotematiche, si è proceduto ad inserire direttamente nelle schede stesse i suggerimenti di modifica normativa o di semplificazione amministrativa.

Tra gli strumenti strategici che possono essere attivati nel settore energetico si segnalano gli Accordi Volontari, già ampiamente utilizzati in alcuni settori di politica regionale con successo, da stipulare con Enti Locali e altri soggetti portatori d'interesse.

Il principale accordo, approfondito un'un'apposita scheda, riguarda l'attività delle ESCO, degli istituti di credito e di Finlombarda finalizzata alla realizzazione di interventi anche consistenti.

Un'azione è dedicata all'attivazione di collaborazioni, a diversi livelli e attraverso modalità da definire, con gli istituti di credito che si rendano disponibili a finanziare a tassi agevolati interventi di risparmio energetico e di ricorso alle fonti rinnovabili. I settori più interessati a tali iniziative sono principalmente il residenziale e il terziario. Regione Lombardia può prevedere accordi che facilitino le condizioni di diffusione e quindi di realizzazione degli interventi. È pensabile anche un percorso di formazione nei confronti del personale degli Istituti di Credito in merito alle tipologie di interventi più convenienti dal punto energetico e ambientale. L'azione prevede inoltre che siano utilizzati meccanismi di ingegneria finanziaria per:

- agevolare l'accesso al credito per implementare lo sviluppo di un "mercato energia" orientato alla sostenibilità ambientale e economica;
- finanziare la produzione anche attraverso meccanismi indiretti o attraverso tecniche di Project Financing (PF) o attraverso accordi di acquisto dei vettori energetici a prezzo concordato, al fine di premiare l'efficienza energetica e gestionale.



Un accordo di più ampio respiro potrebbe essere il Patto per l'Energia (che potrebbe configurarsi, almeno dal punto di vista concettuale, come il Contratto di Fiume sviluppato dalla Direzione Generale Reti, Servizi di Pubblica Utilità e Sviluppo Sostenibile) da stipulare con gli Enti Locali, con le ex-municipalizzate, con le società che gestiscono il trasporto pubblico, con le società che abbiano l'obbligo di avere un energy manager, ecc...Il Patto per l'Energia dovrebbe prevedere interventi di implementazione di una parte importante delle azioni previste nel PAE da parte di tutti i sottoscrittori secondo modalità e tempistiche da definire. A titolo di esempio:

- impegno a sostituire la flotta veicolare pubblica in alcuni anni;
- impegno a realizzare gli interventi previsti dalle diagnosi energetiche su almeno una certa percentuale di edifici entro alcuni anni;
- impegno a ridurre i consumi energetici delle imprese di un distretto industriale;
- impegno a convertire parte della produzione industriale in impiantistica al servizio del mercato legato al risparmio energetico e delle fonti energetiche rinnovabili.

La definizione del Patto per l'Energia prevede un approfondimento specifico che non si è ritenuto opportuno inserire a questo livello.

La pianificazione urbanistica orienta lo sviluppo degli insediamenti urbani ed extra-urbani di un territorio e, in particolare, definisce le quantità e i caratteri delle nuove volumetrie edilizie.

Poiché le aree urbane e metropolitane sono realtà particolarmente energivore, è necessario che la pianificazione urbanistica ne orienti la crescita e il rinnovo secondo un approccio improntato alla sostenibilità ambientale, che nello specifico favorisca il risparmio delle risorse energetiche, l'uso di energie rinnovabili e la razionalizzazione degli usi finali di energia.

In questo senso, la pianificazione energetica e la pianificazione urbanistica devono reciprocamente coordinarsi per favorire la migliore organizzazione del sistema energetico, prevedendo le opportune riqualificazioni e definendo i nuovi scenari di sviluppo. La stessa legge regionale di governo del territorio (LR 12/05) riconosce il ruolo del Comune nelle scelte dei parametri e dei requisiti qualitativi degli interventi previsti, ivi compresi quelli di efficienza energetica (art. 10, comma 3, lettera h, e comma 5).

È inoltre fondamentale che i programmi complessi, utilizzati per il governo delle trasformazioni di parti di città (vedi ad esempio i Programmi integrati di intervento piuttosto che i Programmi di recupero urbano), e i piani attuativi (vedi ad esempio i Piani particolareggiati o i Piani di lottizzazione), adottino criteri di progettazione funzionali a raggiungere elevati standard di efficienza energetica e quindi di qualità ambientale.

Infine, occorre introdurre nelle norme regionali sulla pianificazione urbanistica degli incentivi per quelle azioni aggiuntive rispetto a quelle imposte per legge finalizzate a migliorare le prestazioni energetiche degli edifici, soprattutto di quelli esistenti.



| MACROTEMATICA – Interventi normativi, amministrativi, Accordi Volontari, R & S | |
|---|---|
| MISURA – Pianificazione urbanistica | |
| Scheda | Azione |
| AA 1 | Edifici a basso consumo energetico |
| AA 2 | Efficienza energetica nella pianificazione urbanistica locale |
| AA 3 | Efficienza energetica in edilizia residenziale convenzionata |
| AA 4 | Criteri di efficienza energetica per i Piani di lottizzazione e i Programmi complessi |
| MISURA – Formazione, Comunicazione, Accompagnamento | |
| Scheda | Azione |
| AA 5 | Formazione ed aggiornamento professionale degli Energy Manager |
| AA 6 | Azioni di comunicazione e accompagnamento al PAE |
| AA 7 | Sviluppo del progetto “Kyoto Enti Locali” |
| MISURA – Ricerca & Sviluppo | |
| Scheda | Azione |
| AA 8 | Sviluppo della tecnologia fotovoltaica a film sottile |
| AA 9 | Solar cooling |
| AA 10 | Sviluppo e potenziamento del Sistema Informativo Regionale Energia e Ambiente (S.I.R.EN.A.) |
| AA 11 | Programma di sviluppo del vettore idrogeno |



4 Gli scenari del PAE

Nell'ambito dell'elaborazione del Piano d'Azione per l'Energia sono stati costruiti tre scenari:

- Scenario tendenziale;
- Scenario Medio;
- Scenario Alto.

Lo **Scenario tendenziale**, che riporta l'evoluzione tendenziale rispetto all'andamento storico dei consumi e delle previsioni di offerta energetica, è stato già illustrato nel documento relativo al quadro conoscitivo e sintetizzato nel paragrafo 2.2 "Gli scenari di evoluzione tendenziale del sistema energetico" del presente documento.

A partire dal livello raggiunto dallo scenario tendenziale (scenario di previsione che non considera alcun intervento di miglioramento), sono stati costruiti i due scenari di Piano **Medio** e **Alto**. L'anno di riferimento per entrambi gli scenari è il 2012.

Relativamente alla verifica degli obiettivi della Direttiva 2001/77/CE sulle fonti rinnovabili, sono state effettuate valutazioni anche al 2010 (anno di riferimento per il raggiungimento dei target prefissati).

Il confronto utile alla quantificazione dei risparmi energetici associati agli interventi previsti è effettuato considerando come anno di riferimento il 2006 (si tratta di un dato di previsione dei consumi), in coerenza agli obiettivi fissati dalla Direttiva 2006/32/CE concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici.

I tre scenari sono stati confrontati sulla base degli indicatori di Piano individuati e illustrati nella Tabella 4.1.

| INDICATORI DI PIANO | | Scenari (2012) | | |
|--|--------|-----------------|---------|---------|
| | | Tendenziale (*) | Medio | Alto |
| Emissioni di CO ₂ | kton | 80.007 | 74.427 | 70.885 |
| Emissioni di CO ₂ (variazione rispetto al 1990) | % | + 22,0 | + 13,5 | + 8,1 |
| Consumo di Energia negli usi finali | ktep/a | 28.908 | 27.409 | 26.568 |
| Consumi di energia negli usi finali (Variazione rispetto al 2006) | % | + 8,6 | + 3,0 | - 0,2 |
| Deficit produzione elettrica (**) | % | 13 | 5 | 0 |
| Produzione da FER rispetto Energia Elettrica consumata | % | 14,2 | 18,8 | 22,7 |
| Produzione da FER rispetto Energia Totale consumata | % | 11,1 | 13,6 | 14,9 |
| Emissioni di NO _x | ton | 183.320 | 177.900 | 174.841 |
| Emissioni di NO _x (Variazione rispetto al 2004) | % | + 2,1 | - 0,9 | - 2,6 |

NOTA – (*) Scenario tendenziale modificato, ovvero senza considerare il contributo delle "emissioni ombra"
(**) Deficit calcolato sulla base del fabbisogno elettrico stimato al 2012 e senza considerare il contributo derivante dalle centrali autorizzate ma non in esercizio.

Tabella 4.1 – Confronto tra gli scenari del Piano d'Azione per l'Energia (Elaborazioni: Punti Energia).

Complessivamente gli scenari orientano l'azione di Regione Lombardia verso una migliore sostenibilità energetica ed ambientale e rispondono agli obiettivi delle Direttive europee e al Protocollo di Kyoto.



Verifica obiettivo Protocollo di Kyoto (riduzione emissioni CO₂)

Come già sottolineato, circa il 69% (pari a circa 12.900 kton) delle emissioni di CO₂ che dovranno essere evitate in Lombardia coerentemente a quanto previsto dal Protocollo di Kyoto, è regolamentato dal Piano di Assegnazione delle quote previsto a livello nazionale. La restante quota, rispetto alla quale è possibile ipotizzare un intervento diretto di Regione Lombardia, ammonta a circa 5.800 kton.

Attraverso l'attuazione delle azioni e delle politiche individuate negli scenari elaborati, è possibile raggiungere risultati ragguardevoli in termini di emissioni evitate: circa 9.100 kton nello "Scenario Alto" e circa 5.600 kton nello "Scenario Medio". In particolare, nello "Scenario Alto", oltre il 40% delle emissioni saranno evitate grazie all'incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili, mentre il ruolo determinante del risparmio e della razionalizzazione energetica nel settore civile contribuirebbe per circa il 30% del totale delle emissioni evitate.

Regione Lombardia potrebbe inoltre orientarsi verso ulteriori interventi:

- l'organizzazione di iniziative in sinergia con il mondo produttivo, al fine di incentivare la riduzione di gas ad effetto serra, con la specifica promozione ed attuazione di azioni di riconversione industriale, innovazione tecnologica, razionalizzazione e miglioramento dell'efficienza nella gestione delle risorse;
- interventi di co-finanziamento progetti di CDM e JI;
- attivare azioni finalizzate al sequestro dei gas ad effetto serra attraverso interventi di forestazione (i cosiddetti *sink*), azione peraltro proposta in via sperimentale dalla Direzione Generale Agricoltura.

Rispetto a progetti di sequestro di gas ad effetto serra per mezzo di confinamento in siti di stoccaggio (tra cui emergono i pozzi di captazione di gas naturale oggi dismessi), non vi sono, allo stato attuale, informazioni che consentano una valutazione esaustiva e puntuale. È opportuna la previsione di una analisi specifica e mirata che potrà essere effettuata solo tramite il coinvolgimento ufficiale di Stogit spa.

Verifica obiettivi contributo Fonti Energetiche Rinnovabili

Per quanto concerne le fonti rinnovabili, con l'attuazione degli interventi previsti nello "Scenario Alto" tutti gli obiettivi (raggiungimento della quota di soddisfacimento della domanda energetica ed elettrica, Direttiva 2001/77/CE) sono pienamente raggiunti con circa il 23% di copertura della domanda elettrica e con circa il 15% della copertura della domanda di energia complessiva. Tra le diverse fonti, le biomasse dovrebbero esercitare il ruolo trainante, contribuendo parallelamente alla riduzione di oltre un terzo delle emissioni di CO₂ sul totale previsto. Le stime adottate hanno considerato un progressivo calo di energia elettrica prodotta dai grandi impianti idroelettrici (dovuto al consolidarsi del mantenimento del Deflusso Minimo Vitale ed alle condizioni meteo-climatiche in evoluzione), anche se l'idroelettrico rimarrà la principale fonte rinnovabile presente in Lombardia.



Verifica obiettivo risparmio energetico

Per la verifica degli obiettivi di risparmio energetico, fissati dalla Direttiva 2006/32/CE, si è proceduto ad estrarre dallo scenario tendenziale il dato di consumo stimato al 2006 (anno di riferimento per monitorare i risparmi derivanti dall'attuazione di politiche di contenimento dei consumi).

L'attuazione delle azioni e delle politiche delineate nello "Scenario Alto" consentirebbe di stabilizzare e contenere i consumi intorno a valori prossimi a quelli rilevati nel 2006. In Lombardia, nel periodo 2007-2012, si prevede infatti, in questo scenario, una lieve flessione dei consumi finali dello 0,2%. Tale risultato è rilevante, in quanto i consumi energetici sono tuttora in costante aumento, come peraltro confermato dagli scenari elaborati dalla Commissione Europea. Nello specifico, la Commissione stima un aumento medio, a livello europeo, pari al 20% in 15 anni (2005-2020), prevedendo aumenti specifici dell'ordine del 17% nel residenziale, del 26% nel terziario, del 18% nei trasporti e del 22% nell'industria. Quindi se si considera il consumo di energia negli usi finali stimato al 2012 dallo "Scenario tendenziale" (che registra un incremento dell'8,6% rispetto al 2006), sulla base delle azioni e delle politiche previste negli scenari elaborati, si otterrebbero risparmi netti del 5,6% ("Scenario Medio") e del 8,8% ("Scenario Alto").

Verifica obiettivo riduzione NO_x

Secondo gli scenari considerati si otterrebbero diminuzioni delle emissioni di NO_x percentuali pari a 0,9% nello scenario Medio (pari a circa 5.400 tonnellate evitate) e del 2,6% nello scenario Alto (pari a circa 8.400 tonnellate evitate).

Alcune azioni previste nel PAE determinerebbero un leggero incremento di NO_x. In merito a questa possibilità occorre effettuare alcune importanti considerazioni, in parte già riportate nei capitoli precedenti, relative alla conciliazione delle due diverse esigenze cui si intende rispondere con il PAE:

- il miglioramento della qualità dell'aria e la riduzione delle emissioni di CO₂;
- l'incremento della sicurezza energetica regionale (maggiore potenza installata, anche a livello diffuso nel territorio).

Come si è già evidenziato, il PAE ha previsto un sostanziale raggiungimento dell'obiettivo della sicurezza energetica, grazie agli interventi sul parco produttivo regionale e all'incremento della produzione energetica da fonti rinnovabili. Parallelamente, in funzione della riduzione di emissioni di ossidi di azoto, occorre evidenziare che eventuali nuovi impianti di produzione di energia elettrica dovranno garantire criteri restrittivi rispetto all'impatto emissivo locale. Il rispetto di questi obiettivi di riduzione implicherà di fatto il ricorso esclusivo ad operazioni di revamping di impianti termoelettrici esistenti, ove la componente di repowering sia ridotta, oppure la realizzazione di impianti con forte componente cogenerativa (associati allo sviluppo di reti di teleriscaldamento), ove essi siano sostitutivi di caldaie esistenti obsolete e caratterizzate da significative emissioni di inquinanti. Un discorso specifico deve essere effettuato per gli impianti a combustione alimentati a fonti rinnovabili, alla luce della loro importanza ai fini del Protocollo di Kyoto e degli obiettivi comunitari sulle FER, che comunque determinano emissioni di ossidi di azoto e di altri inquinanti atmosferici. È quindi necessario, anche per tali impianti, dimostrare il rispetto delle BAT di settore, in modo da minimizzare l'impatto locale, non



sempre trascurabile (in particolare per quanto riguarda gli impianti a biomassa e/o a rifiuti) e verificare una collocazione ottimale rispetto ai criteri di criticità atmosferica previsti dal Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria.

Un'ulteriore considerazione deriva dall'assunzione, in fase di definizione degli scenari, riguardante i fattori di emissione di ossidi di azoto: per le centrali termoelettriche, per i termovalorizzatori e per gli impianti di combustione a biomassa, sono stati considerati fattori emissivi di ossidi di azoto pari a quelli attuali. E' stato quindi privilegiato un approccio conservativo nella stima degli impatti sulla qualità dell'aria, nonostante sia plausibile e probabile l'idea che al 2012 saranno sviluppate BAT che, a parità di risultato finale, consentano minori emissioni di inquinanti atmosferici (in particolare NO_x). Solo nel caso del settore dei trasporti, è stato previsto un miglioramento delle tecnologie, in quanto è stata ipotizzata la progressiva sostituzione dei veicoli più inquinanti con veicoli Euro 4.

Il risultato finale di riduzione di emissione di ossidi di azoto deriverebbe in gran parte dagli interventi di risparmio dei consumi nei trasporti (circa il 47% della riduzione totale di emissione di ossidi di azoto) e successivamente nel settore civile (circa il 26%). Nel complesso, tale risultato evidenzia il carattere strategico degli interventi in questi due settori di consumo per quanto attiene il miglioramento delle condizioni di qualità dell'aria a livello locale. Il risultato dei trasporti è interessante soprattutto in funzione di un futuro impegno di riduzione dei consumi, da definirsi di concerto con le Direzioni Generali competenti nell'ambito delle azioni previste dalla L.R. 24/2006.

Verifica obiettivo sicurezza energetica

Per quanto riguarda gli obiettivi di sicurezza energetica in termini di soddisfacimento del fabbisogno elettrico lombardo occorre precisare che al 2012, anno di riferimento per l'attuazione delle Misure del PAE, il parco centrali regionale attualmente installato (senza contemplare il contributo derivante dalla realizzazione degli impianti già autorizzati così come considerato invece nella costruzione degli scenari al 2010 e 2015, Tabella 2.10, rigo H, pag. 26) garantirebbe il soddisfacimento dell'87% della domanda di energia elettrica regionale.

Tramite l'attuazione delle Misure contenute nel PAE, che forniscono un duplice contributo in termini di incremento di produzione energetica da fonti rinnovabili e di contenimento della domanda finale di energia, il deficit stimato al 2012 potrebbe essere ridotto, nello scenario Medio, di circa l'8% (il deficit quindi scenderebbe al 5%), e nello scenario Alto del 12,6% (determinando un sostanziale pareggio).

Tale considerazioni fanno emergere come una politica di interventi sul contenimento dei consumi e sullo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili possa fornire una valida alternativa all'ampliamento del parco termoelettrico lombardo.

Dati riassuntivi per macrotematiche

Nelle Tabelle 4.2-4.4 sono sintetizzati i risultati emersi nei due scenari elaborati suddivisi per macrotematica e misure di intervento. Per semplicità è stata sommata l'energia risparmiata con l'energia prodotta da fonti energetiche rinnovabili.

Sono gli interventi nel settore civile a determinare circa il 45% dei risparmi energetici complessivi previsti dal PAE (comprendenti anche azioni di razionalizzazione della produzione, trasmissione e distribuzione energetica, ad esempio attraverso lo sviluppo massiccio del teleriscaldamento in aree urbane). Tra le fonti rinnovabili, le biomasse saranno determinanti, seguite dall'incenerimento dei rifiuti con recupero di calore ed



energia elettrica. Il solare, pur mantenendo un ruolo marginale rispetto al risultato generale, registrerà comunque un forte incremento, che risulta importante soprattutto per l'indotto lavorativo che potrebbe ingenerare. Per quanto riguarda le emissioni di CO₂ risparmiate, le differenze di peso degli interventi sono più pronunciate in alcuni settori e in alcune azioni, che risultano a minore emissione specifica (a parità di energia prodotta) di gas ad effetto serra.

Rispetto alle emissioni di ossidi di azoto, le differenze risultano più marcate nel caso del risparmio dovuto agli interventi di efficienza energetica nel settore dei trasporti e della mobilità.

| Macrotematica | Misura | Settore | SCENARI | |
|--|---------------|---------------|--------------|--------------|
| | | | Medio | Alto |
| | | | ktep | |
| Risparmio energetico e razionalizzazione | RE | Civile | 464 | 895 |
| | EE | Civile | 554 | 696 |
| | | Industria | 193 | 269 |
| | | Trasporti | 226 | 377 |
| Sviluppo delle Fonti Energetiche Rinnovabili | Biomasse | - | 414 | 716 |
| | Idroelettrico | - | 59 | 102 |
| | Rifiuti | - | 204 | 297 |
| | Solare | - | 72 | 138 |
| | Eolico | - | 10 | 11 |
| | | Totale | 2.196 | 3.500 |

Tabella 4.2 - Energia risparmiata/Energia prodotta da fonti rinnovabili negli scenari elaborati.

| Macrotematica | Misura | Settore | SCENARI | |
|--|---------------|---------------|--------------|--------------|
| | | | Medio | Alto |
| | | | kton | |
| Risparmio energetico e razionalizzazione | RE | Civile | 587 | 837 |
| | EE | Civile | 1.459 | 1.906 |
| | | Industria | 835 | 1.167 |
| | | Trasporti | 675 | 1.128 |
| Sviluppo delle Fonti Energetiche Rinnovabili | Biomasse | - | 1.266 | 2.686 |
| | Idroelettrico | - | 257 | 442 |
| | Rifiuti | - | 295 | 463 |
| | Solare | - | 162 | 441 |
| | Eolico | - | 41 | 47 |
| | | Totale | 5.577 | 9.118 |

Tabella 4.3 – Emissioni di CO₂ evitate negli scenari elaborati.

| Macrotematica | Misura | Settore | SCENARI | |
|--|---------------|---------------|--------------|--------------|
| | | | Medio | Alto |
| | | | ton | |
| Risparmio energetico e razionalizzazione | RE | Civile | 227 | 304 |
| | EE | Civile | 1.517 | 1.906 |
| | | Industria | 1.035 | 1.446 |
| | | Trasporti | 2.391 | 4.014 |
| Sviluppo delle Fonti Energetiche Rinnovabili | Biomasse | - | - 108 | - 80 |
| | Idroelettrico | - | 318 | 548 |
| | Rifiuti | - | - 189 | - 242 |
| | Solare | - | 176 | 520 |
| | Eolico | - | 51 | 59 |
| | | Totale | 5.417 | 8.475 |

Tabella 4.4 – Emissioni di NO_x evitate negli scenari elaborati.



4.1 Attività di monitoraggio

Per valutare negli anni l'effettiva corrispondenza dei risultati delle azioni attivate con gli obiettivi prefissati, è necessario prevedere una fase di monitoraggio del PAE.

Il monitoraggio del PAE dovrà essere effettuato lungo tutto l'arco di applicazione del Piano, quindi a partire dal 2007 fino al 2012.

Nel PAE sono stati individuati indicatori specifici per ciascuna linea di intervento (riduzione dei consumi, soddisfacimento del fabbisogno attraverso l'uso di fonti rinnovabili, emissioni di gas climalteranti evitate, emissioni di ossidi di azoto evitate, deficit energetico), per cui nella fase di monitoraggio si provvederà, attraverso l'aggiornamento del bilancio energetico-ambientale, a misurare annualmente il raggiungimento degli obiettivi.

Il monitoraggio del PAE è strettamente legato quindi all'aggiornamento del bilancio energetico-ambientale regionale, che verrà effettuato annualmente e inserito all'interno del Sistema Informativo Regionale Energetico Ambientale (SIRENA).

Il seguente diagramma schematizza l'azione di monitoraggio prevista nell'ambito dell'applicazione del PAE.

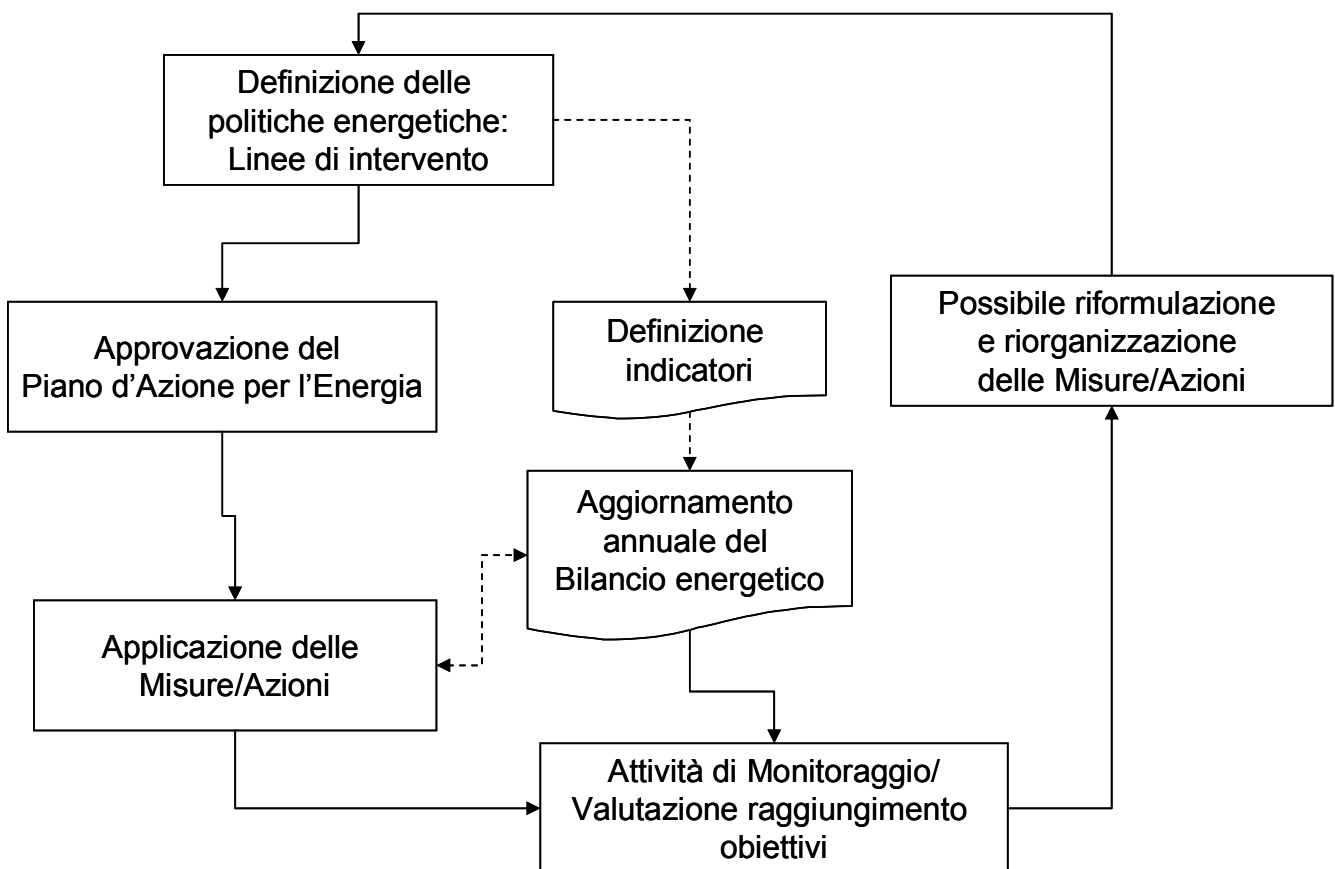


Figura 4.1 – Schema dell'articolazione della fase di monitoraggio del PAE (Fonte originaria: Rossi, P.H., M.W. Lipsey and H.E. Freeman, 2004, Evaluation, A systematic Approach, 7th ed., SAGE Publication, Thousand Oaks, CA, USA, modificato da Punti Energia, 2007).



4.2 Sviluppi futuri

Il PAE prevede una serie di Misure/Azioni che sono immediatamente attuabili e applicabili, mentre una parte di esse necessita di una fase di analisi, valutazione e definizione che non ne permette l'applicazione nel breve periodo.

Riguardo queste Misure/Azioni è necessario attivare alcuni strumenti operativi, ossia:

- studi di approfondimento e di ricerca da effettuare in collaborazione con Università e centri di ricerca;
- preparazione e sviluppo di progetti dimostrativi finalizzati alla realizzazione di interventi pilota pre-competitivi;
- partecipazione a Programmi Europei di ricerca e sviluppo quali ad esempio quelli nell'ambito della linea Intelligent Energy for Europe (IEE) o nel VII Programma Quadro;
- attivazione di Tavoli di lavoro con importanti portatori d'interesse che possano determinare il successo di una politica di intervento;
- avvio di Tavoli con EELL e/o Associazioni di categoria per Misure/Azioni di filiera che comportino cioè un significativo impatto sul sistema economico-sociale lombardo.

Sistema Informativo Regionale ENergia e Ambiente (S.I.R.EN.A.)

Particolare importanza riveste l'implementazione del Sistema Informativo Regionale ENergia e Ambiente denominato SIRENA, all'interno del quale verranno inseriti tutti i dati e le informazioni relative al Bilancio Energetico Ambientale e all'attuazione delle Misure/Azioni previste dal PAE. Inoltre SIRENA è funzionale alla fase di monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi del PAE: infatti sarà predisposto un sistema di cruscotti che consentirà di verificare per ogni anno e nel caso di scenari, l'avvicinamento o l'allontanamento dagli obiettivi previsti dal Piano (ad esempio, in termini di % produzione da FER, quantitativi di riduzione delle emissioni di CO₂, ecc.).

SIRENA potrà assolvere a due fondamentali funzioni:

- qualificarsi e consolidarsi come strumento di analisi, elaborazione, previsione a supporto delle politiche energetiche regionali;
- permettere la divulgazione di dati energetici e delle politiche intraprese presso il pubblico più vasto, in modo, da un lato, di divenire supporto e coordinamento delle politiche energetiche locali delle Amministrazioni pubbliche locali, e, dall'altro, di rendere cittadini, imprese, società di consulenza nel settore energetico edotti su informazioni strategiche che altrimenti sarebbero di difficile acquisizione.