

PIANO ENERGETICO COMUNE DI REGGIO EMILIA



Assessorato Ambiente e Città Sostenibile

ISBN 978 88 89156 41 4



9 788889 156414



# PIANO ENERGETICO COMUNE DI REGGIO EMILIA

Giacomo Bizzarri



Edizioni Consulta



COMUNE DI  
REGGIO EMILIA

**Assessorato Ambiente e Città Sostenibile**

# PIANO ENERGETICO COMUNE DI REGGIO EMILIA

Approvato dalla Giunta Comunale il 05/11/2008 (PG n° 22641/287)

**Giacomo Bizzarri**



# SOMMARIO

CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE	pag. 3
1.1 LE FASI PRELIMINARI	5
1.2 GLI OBIETTIVI	6
1.3 IL PANIERE DELLE TECNOLOGIE DISPONIBILI	7
1.4 GLI SCENARI DI EVOLUZIONE	8
1.5 CONCLUSIONI	9
 CAPITOLO 2 - BILANCIO ENERGETICO COMUNALE	11
2.1 METODOLOGIA	13
2.2 UNA PRIMA VALUTAZIONE – APPROCCIO TOP-DOWN	14
2.3 SETTORE TRASFORMAZIONE ENERGIA ELETTRICA	18
2.3.1 STATO DELL'ARTE	18
2.3.2 CENTRALE A COGENERAZIONE A CICLI COMBINATI	20
2.3.3 LE ALTRE CENTRALI DI COGENERAZIONE / TELERISCALDAMENTO	21
2.3.4 IL TELERAFFRESCAMENTO	22
2.3.5 IL FUTURO DELLA RETE	24
2.3.6 VALUTAZIONE DEI VANTAGGI ENERGETICI E AMBIENTALI DELLA RETE DI COGENERAZIONE / TELERISCALDAMENTO	24
2.4 SETTORE CIVILE (RESIDENZIALE E TERZIARIO)	37
2.5 SETTORE INDUSTRIALE	42
2.6 SETTORE AGRICOLO	47
2.7 SETTORE TRASPORTI	52
2.8 SETTORE PUBBLICA AMMINISTRAZIONE	56
2.9 CONCLUSIONE	61
2.10 BIBLIOGRAFIA	67
 CAPITOLO 3 - GLI INTERVENTI NEL SETTORE CIVILE	71
3.1 INTRODUZIONE	73

3.2 GLI INTERVENTI PREVISTI NEL SETTORE	pag. 73
3.3 LA COGENERAZIONE	76
3.3.1 COGENERAZIONE: GLI SCENARI PREVISTI	77
3.3.2 COGENERAZIONE: I RISULTATI	78
3.3.3 I BENEFICI ENERGETICI	78
3.3.4 I BENEFICI AMBIENTALI	79
3.4 IL FOTOVOLTAICO	80
3.4.1 FOTOVOLTAICO: GLI SCENARI PREVISTI	82
3.4.2 FOTOVOLTAICO: I RISULTATI	85
3.4.3 FOTOVOLTAICO: I BENEFICI ENERGETICI	85
3.4.4 FOTOVOLTAICO: I BENEFICI AMBIENTALI	86
3.5 SOLARE TERMICO	88
3.5.1 SOLARE TERMICO: GLI SCENARI PREVISTI	88
3.5.2 SOLARE TERMICO: I RISULTATI	90
3.5.3 SOLARE TERMICO: I BENEFICI ENERGETICI	90
3.5.4 SOLARE TERMICO: I BENEFICI AMBIENTALI	91
3.6 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI – I REQUISITI OBBLIGATORI E L'APPLICAZIONE DELLE DIRETTIVA 2002/91-CE, I D.LGS. 192/2005 E 311/2006	93
3.6.1 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI OBBLIGATORI): GLI SCENARI PREVISTI	94
3.6.2 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI OBBLIGATORI): I RISULTATI	96
3.6.3 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI OBBLIGATORI): I BENEFICI ENERGETICI	96
3.6.4 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI OBBLIGATORI): I BENEFICI AMBIENTALI	96
3.7 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI – I REQUISITI VOLONTARI E IL PROGETTO ECOABITA	98
3.7.1 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI VOLONTARI): GLI SCENARI PREVISTI	100
3.7.2 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI VOLONTARI): I RISULTATI	103
3.7.3 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI VOLONTARI): I BENEFICI ENERGETICI	103
3.7.4 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI VOLONTARI) I BENEFICI AMBIENTALI	104
3.8 LE NUOVE TECNOLOGIE: IL MICROEOLICO AD ASSE VERTICALE INTEGRATO	106
3.8.1 IMPIANTI MICROEOLICI INTEGRATI NEGLI EDIFICI	108
3.8.2 IMPIANTI MICROEOLICI INTEGRATI NELLE INFRASTRUTTURE URBANE	109

3.9 I CITTADINI E LE BUONE PRATICHE: AZIONI VOLONTARIE PER IL RISPARMIO ENERGETICO	pag. 111
3.10 CONCLUSIONI	112
3.11 BIBLIOGRAFIA	118
CAPITOLO 4 - GLI INTERVENTI NEL SETTORE DELL'INDUSTRIA	121
4.1 INTRODUZIONE	123
4.2 INQUADRAMENTO – LE ASPETTATIVE DI SVILUPPO PER LE AREE INDUSTRIALI	123
4.2.1 IL PIANO STRUTTURALE COMUNALE E LE AREE ECOLOGICAMENTE ATTREZZATE	123
4.2.2 LA ZONA PRODUTTIVA SOVRA-COMUNALE DI PRATO GAVASSA	125
4.2.3 LA ZONA PRODUTTIVA DI MANCASALE	126
4.2.4 LA DOMANDA ENERGETICA – LINEE GUIDA PER LA DEFINIZIONE DI AZIONI SUL TERRITORIO	127
4.3 LA PIANIFICAZIONE NEL SETTORE INDUSTRIALE	129
4.4 UN ENTE E UN PROTOCOLLO DI QUALITA' PER L'ENERGIA E L'INDUSTRIA	129
4.5 LO STRUMENTO DELLE AREE ECOLOGICAMENTE     ATTREZZATE (AEA)	130
4.6 LINEE GUIDA PER LO SVILUPPO INDUSTRIALE	132
4.7 GLI INTERVENTI PREVISTI NEL SETTORE	134
4.8 LA COGENERAZIONE	136
4.8.1 COGENERAZIONE: GLI SCENARI PREVISTI	137
4.8.2 COGENERAZIONE: I RISULTATI	138
4.8.3 I BENEFICI ENERGETICI	138
4.8.4 I BENEFICI AMBIENTALI	139
4.9 IL FOTOVOLTAICO	141
4.9.1 FOTOVOLTAICO: GLI SCENARI PREVISTI	141
4.9.2 FOTOVOLTAICO: I RISULTATI	142
4.9.3 FOTOVOLTAICO: I BENEFICI ENERGETICI	142
4.9.4 FOTOVOLTAICO: I BENEFICI AMBIENTALI	143
4.10 ENERGIA ELETTRICA RINNOVABILE PER L'INDUSTRIA REGGIANA: UNA OPPORTUNITA' PER RAGGIUNGERE KYOTO	144
4.11 CONCLUSIONI	146
4.12 BIBLIOGRAFIA	150

CAPITOLO 5 - GLI INTERVENTI NEL SETTORE DELL'AGRICOLTURA	pag. 153
5.1 INTRODUZIONE	155
5.2 GLI INTERVENTI PREVISTI NEL SETTORE	155
5.3 IL FOTOVOLTAICO	158
5.3.1 IL FOTOVOLTAICO: GLI SCENARI PREVISTI	158
5.3.2 FOTOVOLTAICO: I RISULTATI	159
5.3.3 FOTOVOLTAICO: I BENEFICI ENERGETICI	159
5.3.4 FOTOVOLTAICO: I BENEFICI AMBIENTALI	160
5.4 IL MICROEOLICO	162
5.4.1 IL MICROEOLICO: GLI SCENARI PREVISTI	164
5.4.2 IL MICROEOLICO: I RISULTATI	164
5.4.3 IL MICROEOLICO: I BENEFICI ENERGETICI	164
5.4.4 IL MICROEOLICO: I BENEFICI AMBIENTALI	165
5.5 CONCLUSIONI	167
5.6 BIBLIOGRAFIA	171
CAPITOLO 6 - GLI INTERVENTI NEL SETTORE DELLA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE	173
6.1 INTRODUZIONE	175
6.2 L'IMPEGNO DELLA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE NELLE BUONE PRATICHE ENERGETICHE	175
6.3 GLI INTERVENTI PREVISTI NEL SETTORE	176
6.3.1 GLI INTERVENTI SULLA ILLUMINAZIONE PUBBLICA: I RISULTATI	177
6.3.2 GLI INTERVENTI SULLA ILLUMINAZIONE PUBBLICA: I BENEFICI ENERGETICI	177
6.3.2 GLI INTERVENTI SULLA ILLUMINAZIONE PUBBLICA: I BENEFICI AMBIENTALI	178
6.4 CONCLUSIONI	180
CAPITOLO 7 - GLI INTERVENTI NEL SETTORE DEI TRASPORTI	185
7.1 INTRODUZIONE	187
7.2 GLI INTERVENTI PREVISTI NEL SETTORE	187
7.3 LE NUOVE NORMATIVE SUI BIOFUELS, LA LEGGE n° 81, 11 MARZO 2006, SUI BIOCOMBUSTIBILI	188
7.4 CONCLUSIONI	190
7.5 BIBLIOGRAFIA	195

CAPITOLO 8 - CONCLUSIONI	pag. 197
8.1 CONCLUSIONI	199
8.2 ANALISI ENERGETICHE	201
8.3 ANALISI AMBIENTALI	203
CAPITOLO 9 - APPENDICE I UNA SOLUZIONE PER KYOTO	209
9.1 INTRODUZIONE - UNA SOLUZIONE PER KYOTO: LA VALORIZZAZIONE ENERGETICA DELLE BIOMASSE ENDOGENE	211
9.2 LA RISORSA	215
9.3 IL QUADRO NORMATIVO	217
9.4 LE FASI DEL PROGETTO	222
9.5 LINEE GUIDA	223
9.6 ANALISI ENERGETICA STAZIONE DI COGENERAZIONE TIPO: 3 MWe	224
9.6.1 COGENERAZIONE: GLI SCENARI PREVISTI	225
9.6.2 COGENERAZIONE A BIOMASSE: I RISULTATI	227
9.6.3 I BENEFICI ENERGETICI	227
9.6.4 I BENEFICI AMBIENTALI	228
9.7 CONCLUSIONI	229
9.8 BIBLIOGRAFIA	236
CAPITOLO 10 - “Potential in GHG emissions abatement through an effective energy policy: the Reggio Emilia case” International Conference “The Sustainable City” Skiathos, Greece, September 2008	239
CAPITOLO 11 - “Il Piano Energetico del Comune di Reggio Emilia: azioni e strategie per il rispetto degli obiettivi di Kyoto” II Congresso Nazionale AIGE Associazione Italiana Gestione Energia Errore. Non è stata trovata alcuna voce d'indice. Pisa, 4-5 Settembre 2008	255



## Introduzione al Piano Energetico Comunale



La disponibilità di energia, una energia possibilmente risparmiata, rinnovabile, pulita, costituisce oggi uno dei principali parametri per indicare il benessere di un territorio. Disporre di energia in modo congruo alle esigenze e alle possibilità economiche dei cittadini, in un contesto di limite dei consumi e di sostenibilità nella produzione, deve costituire uno dei primissimi obiettivi che anche una Pubblica Amministrazione locale deve perseguire.

In coerenza con questi principi, il Comune di Reggio Emilia ha adottato diverse buone pratiche e ora si è dotato, grazie alla collaborazione con esperti di rilievo, di un Piano Energetico Comunale, con l'obiettivo di disporre di un efficace strumento di governo del territorio, capace sia di supportare le iniziative dei privati, sia di indicare le linee su cui orientare le buone pratiche comuni e della stessa Pubblica Amministrazione per prima.

L'impostazione adottata dagli specialisti incaricati di redigere il Piano, ha previsto la creazione di un modello energetico della città.

Non partiamo da zero. Partiamo da un'azienda multiutility in espansione che avrà una forte connotazione sulle energie rinnovabili, da una rete di affrescamento e teleriscaldamento ai primi posti in Italia, dal protocollo Ecoabita di eccellenza nazionale, dalla prima flotta di veicoli elettrici per trasporto pubblico del territorio italiano solo per citare qualche esempio.

Il modello energetico della città, formulato con rigore pragmatico e rigore scientifico, vuole verificare l'efficacia e la possibilità di attuazione delle buone pratiche e portarle a sistema.

Il Piano Energetico potrà e dovrà quindi costituire uno potente strumento al servizio della cittadinanza, per fare auspicabilmente della nostra città non solo un modello di efficienza energetica, ma anche un esempio di attenzione verso la tutela dell'ambiente e il benessere degli stessi cittadini.

**Graziano Delrio**  
*Sindaco di Reggio Emilia*



L'Assessorato Ambiente del Comune di Reggio Emilia ha elaborato, grazie al contributo scientifico dell'Ingegnere Bizzarri che ringrazio, un Piano Energetico Comunale che ha due obiettivi fondamentali: il rispetto degli obiettivi di Kyoto e cioè, per la città di Reggio Emilia la riduzione di 326.000 tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno e l'avvio di una strategia verso l'autosufficienza energetica. Abbiamo analizzato i bisogni energetici nei settori civile, industriale, della Pubblica Amministrazione, dei trasporti, del mondo agricolo e indicato le azioni per ridurre la produzione di CO<sub>2</sub>, calcolandole esattamente per settore considerato, attraverso efficienza energetica, fotovoltaico, solare-termico, micro-cogenerazione, mini-ecologico, biomasse sostenibili con piccoli impianti da 0,5 a 1 megawatt (scarti da attività agricola), nonché costi e investimenti.

Maurizio Pallante consulente del piano redatto dall'Ing. Bizzarri, indica anche che l'obiettivo prioritario deve essere la riduzione dei consumi, l'ottimizzazione della domanda energetica e l'eliminazione degli sprechi. Più che rispolverare l'energia nucleare, come sta facendo oggi il Governo in Italia, dalle città può invece venire la spinta

a redigere veri e propri piani energetici comunali, in un'ottica ampia che valuti il contesto regionale. Il Dipartimento di energia ed innovazione del Regno Unito ha effettuato uno studio che dimostra che, se si costruissero su abitazioni, edifici pubblici, industrie, impianti di micro-cogenerazione, micro-eolico, solare, fotovoltaico e biomasse a filiera corta, si potrebbe produrre energia quanto 5 centrali nucleari, senza rischi per la salute, l'ambiente e la democrazia.

La pubblicazione di questo straordinario studio, frutto di un confronto serrato con la città di Reggio Emilia, le associazioni di categoria, le associazioni ambientali e di cittadini è la testimonianza di un impegno concreto del Comune di Reggio non solo al rispetto degli obiettivi del 20-20-20, ma verso la realizzazione di un nuovo modello di produzione dell'energia ambientalmente ed anche economicamente sostenibile.

Un particolare ringraziamento all'Ing. Tullio Paterlini, all'Ing. Alfredo Di Silvestro ed alla dott.ssa Laura Montanari.

**Pinuccia Montanari**

*Assessore all'Ambiente e Città Sostenibile*



L'obbligo di redigere piani energetici comunali da parte dei comuni con una popolazione superiore a 50 mila abitanti, è stato introdotto dall'articolo 5 della legge 10, del 9 gennaio 1991. E come una fastidiosa imposizione è stato per lo più letto dalle amministrazioni comunali. Non come un'opportunità per predisporre le linee di una politica energetica finalizzata a creare occupazione in attività che consentono di ridurre l'inquinamento ambientale e l'effetto serra.

Oggi, quasi vent'anni dopo, i problemi legati all'approvvigionamento e all'uso dell'energia si sono aggravati, come era facilmente prevedibile, sia in conseguenza dell'accumulazione crescente di anidride carbonica nell'atmosfera, sia in conseguenza del fatto che alla domanda crescente di fonti fossili dei paesi occidentali si è affiancata una domanda ancor più sostenuta da parte di alcune nazioni che si sono avviate sul nostro stesso modello economico, la Cina e l'India in particolare, dove vivono due miliardi e mezzo di esseri umani. Già a Kyoto, nel dicembre del 1997, era stata indicata la necessità di ridurre entro il 2010 le emissioni di CO<sub>2</sub> a valori inferiori a quelli del 1990: del 5,2 per cento

a livello mondiale, dell'8 per cento a livello europeo, del 6,7 per cento in Italia. Un obiettivo che il nostro paese ha del tutto disatteso, aumentando fino ad ora le sue emissioni del 13 per cento. Sarà possibile, a partire da questa performance negativa, raggiungere i nuovi obiettivi che ci sono stati posti dall'IPCC e dalla UE, di ridurre le nostre emissioni del 20 per cento entro il 2020?

Certo non sarà facile, e per questo assume un grande rilievo la strada indicata dal Comune di Reggio Emilia col suo piano energetico comunale. Una strada che prevede tre passaggi in sequenza: un forte impegno nella riduzione degli sprechi, delle inefficienze e degli usi impropri; una progressiva sostituzione delle fonti fossili con fonti rinnovabili; lo sviluppo delle fonti rinnovabili in impianti di taglia ridotta finalizzati a soddisfare la domanda locale. Un piano che parte da una scrupolosa valutazione dei consumi attuali negli edifici, nelle attività produttive e nei trasporti, e che a partire da questa valutazione si pone degli obiettivi realistici per rispettare a livello locale gli impegni assunti e disattesi dal nostro paese a livello nazionale, un piano che si intreccia con uno dei pochissimi progetti attuati di certificazione energetica degli edifici e ha coinvolto gli operatori economici privati e di proprietà pubblica presenti sul territorio. Il raggiungimento degli obiettivi che indica comporterebbe, in termini macroeconomici, una riduzione dell'acquisto di fonti fossili e quindi un risparmio di denaro da investire in salari, stipendi, profitti per chi lavora nei settori produttivi che consentono di ridurre il consumo di fonti fossili a parità di benessere. Insomma di riavviare un circolo virtuoso dell'economia e uscire, nel modo più efficace e interessante, dalla difficile fase di recessione che stiamo attraversando. Col vantaggio in più di tenere sotto controllo le concentrazioni di anidride carbonica in atmosfera e i cambiamenti climatici che hanno messo in moto.

**Maurizio Pallante**

## L'autore



Giacomo Bizzarri, Ingegnere Civile, Dottore di Ricerca in Energetica, è Ricercatore di Fisica Tecnica Industriale. Laureatosi alla Facoltà di Ingegneria di Parma, dopo una esperienza di ricerca presso Rice University di Houston, Texas, ha perfezionato gli studi di Dottorato all'Università di Udine per poi proseguire le sue ricerche alla Facoltà di Architettura di Ferrara, dove è Professore Aggregato di Fisica e Impianti, Impianti Tecnici e Controllo Energetico degli Edifici nonché responsabile del Laboratorio di Energetica. Nato a Reggio Emilia nel 1973, ha sempre vissuto nella città di cui ha redatto il Piano Energetico.

In questi anni ha sviluppato ricerche sull'energetica dei complessi ospedalieri, sulla cogenerazione, sulle tecnologie alimentate dalle fonti rinnovabili con particolare riferimento al solare e all'eolico, sulle fuel cells. E' autore di circa quaranta pubblicazioni scientifiche, di cui quasi la metà presentate in sedi internazionali (riviste e convegni).



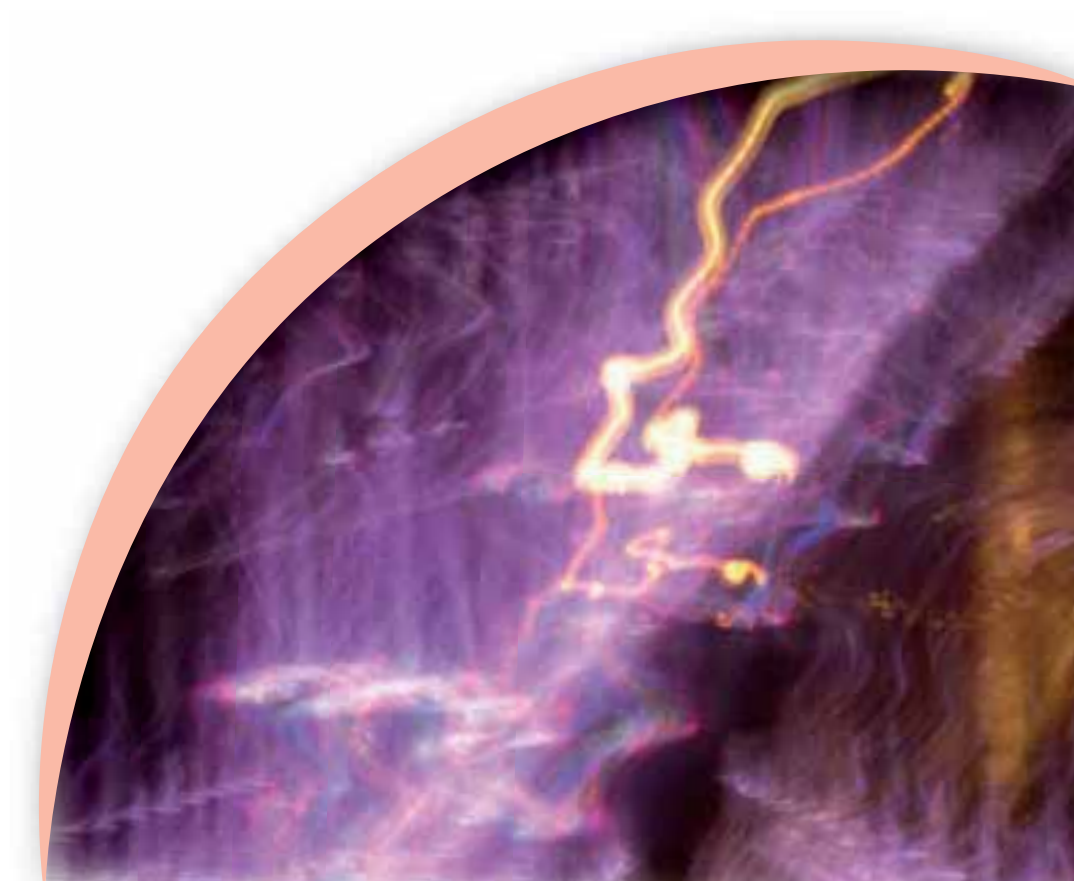
# PIANO ENERGETICO COMUNE DI REGGIO EMILIA





# 1

## Introduzione







## 1.1 LE FASI PRELIMINARI

La redazione di un piano energetico rappresenta una operazione sempre assai complessa indipendentemente dallo scenario che viene esaminato. Reggio Emilia non si sottrae a questa regola generale: città con una buona presenza industriale, caratterizzata da un settore terziario assai dinamico e produttivo, attraversata da alcune delle più importanti infrastrutture nazionali come la autostrada del sole, la ferrovia Milano – Bologna, a breve la nuova linea dell'alta velocità ferroviaria con la stazione mediopadana. Lo stesso tessuto urbano ha mostrato negli ultimi anni una consistente crescita connessa anche al sensibile aumento di popolazione per la forte immigrazione degli ultimi anni.

L'Amministrazione cittadina e il locale *energy provider* Eni hanno altresì mostrato da tempo una particolare sensibilità alle tematiche dell'ambiente e del risparmio energetico: Reggio Emilia è la terza città d'Italia per quanto concerne il teleriscaldamento e la prima per il teleraffrescamento, il parco di auto elettriche è il più numeroso della nostra nazione e il recente Nuovo Regolamento Edilizio Comunale, sviluppato in vista di un completo recepimento della recente Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio e del Decreto Legislativo n. 192 del 19 agosto 2005, sul rendimento energetico nell'edilizia, rappresenta un riferimento di assoluto valore. In particolare, l'allegato al Regolamento Edilizio ha ricevuto il primo premio "Enti locali per Kyoto 2006" come miglior iniziativa nazionale per la qualità e l'innovazione delle Amministrazioni Pubbliche nella sezione "efficienze energetiche e rinnovabili".

Il lavoro sviluppato durante la stesura del Piano Energetico, proprio per definizione, ha cercato non solo di fornire una realistica fotografia dello stato di fatto energetico del Comune di Reggio Emilia, ma soprattutto di delineare gli indirizzi e le linee guida, secondo cui attuare lo sviluppo futuro.

In linea con questo *modus operandi*, gli sforzi iniziali sono stati interamente dedicati alla ricostruzione del grande "affresco" energetico caratteristico del contesto territoriale oggetto del Piano, inizialmente selezionando accuratamente le fonti, successivamente prestando la massima cura nell'implementazione dei dati raccolti.

Il riferimento di indagine risultava assai complesso essendo costituito da un aggregato eterogeneo di utenze a loro volta caratterizzate da una molteplicità di peculiari necessità nonché da diverse dotazioni impiantistiche. Tutte queste variabili, insieme, concorrevano a comporre il quadro energetico generale del Comune.

Sono stati quindi definiti sei macrosettori: Settore Civile (residenziale e terziario), Settore Industriale, Settore Mobilità (trasporti), Settore Agricolo, Pubblica Amministrazione (Comune di Reggio Emilia), Settore Trasformazione Energia Elettrica allo scopo di poter meglio disaggregare i risultati delle analisi generali con riferimento a questi principali scenari di riferimento.

Ciascuno di questi settori è infatti caratterizzato da un proprio caratteristico *energy pattern*. La conoscenza dei diversi fabbisogni e della loro evoluzione, unitamente all'analisi dei bilanci energetici dei processi di trasformazione energetica ad essi associati ha consentito una definizione più precisa dei possibili ambiti di intervento.

Una volta ricostruiti gli scenari al tempo zero, noti anche i *trends* di evoluzione dei fabbisogni energetici, ci si è posti d'innanzi alla scelta degli obiettivi da perseguire.

Questa scelta costituisce il momento più importante nello sviluppo del piano energetico: l'adozione delle direttive da promuovere e, soprattutto, l'assunzione di specifici vincoli nelle future scelte di politica energetica, impongono infatti la massima cura nel definire la tipologia degli obiettivi e la cronologia prevista per il loro raggiungimento.

## 1.2 GLI OBIETTIVI

L'adesione italiana all'Intesa di Kyoto ha imposto di considerare come priorità assoluta, il rispetto degli impegni assunti con la sottoscrizione del Protocollo stesso. In particolare si è ritenuto di adottare, anche a livello locale, l'obiettivo della riduzione percentuale del 6.5 % delle emissioni di anidride carbonica, rispetto ai valori registrati nel corso del 1990, anno di riferimento, entro il periodo 2008 – 2012.

Secondo questo criterio, le emissioni annue di CO<sub>2</sub> di pertinenza al Comune di Reggio Emilia dovrebbero attestarsi nel 2010 a non più di 1,063 Megatonnellate.

Non si poteva tuttavia ritenere che le azioni di programmazioni del Piano Energetico potessero essere guidate dalla sola assunzione dei vincoli imposti da Kyoto.

Il recepimento del criterio di riduzione delle emissioni di gas climalteranti immessi in atmosfera rappresenta infatti solo la prima di una serie di istanze che devono anche considerare come parametri sensibili anche l'immissione in atmosfera di sostanze, quali polveri sottili e ossidi di azoto, che, in elevate concentrazioni, possono essere potenzialmente pericolose per la salute dei cittadini, e, soprattutto, i consumi di energia primaria fossile (quindi l'efficienza energetica).

La valutazione dei livelli di emissione di polveri sottili e di ossidi di azoto come parametri di riferimento per la valutazione delle future scelte di politica energetica, si configura come uno strumento di controllo necessario al fine di evitare di intraprendere azioni che, pur riducendo le emissioni di anidride carbonica, finiscano per incrementare le concentrazioni in atmosfera di altre sostanze, altrettanto pericolose e capaci di compromettere la salubrità dell'aria in una zona già problematica a causa della scarsa dinamica atmosferica.

L'obiettivo della riduzione dei consumi di energia primaria fossile, rappresenta infine un obiettivo fondamentale soprattutto alla luce del particolare contesto energetico italiano che nel 2006 mostrava una dipendenza energetica dall'estero superiore all'ottanta per cento.

La meta della riduzione dei consumi di energia primaria è direttamente e naturalmente connessa con l'ottimizzazione dei processi di trasformazione energetica attraverso un incremento delle loro singole efficienze. A fronte del completo soddisfacimento dei fabbisogni, è del tutto evidente che l'incremento dei rendimenti dei sistemi impiantistici, rappresenti un obiettivo da perseguire prioritariamente sia perché consente un minor utilizzo della risorse primarie, sia perché comporta, quasi sempre, un contestuale decremento delle emissioni specifiche di gas climalteranti e/o inquinanti.

Durante lo sviluppo del piano si è più volte sottolineato come questi obiettivi non possano essere raggiunti soltanto attraverso l'attuazione di scenari costruiti sotto l'ipotesi di una improbabile diffusione capillare di tecnologie solari, o su futuribili soluzioni impiantistiche, bensì attuando rigorose, finanche draconiane, politiche di risparmio energetico e di ottimizzazione dei processi, analoghe a quelle già intraprese con successo nell'ambito dell'edilizia ad alta efficienza energetica, nella quale il Comune di Reggio Emilia e altri Enti locali, come ACER, sono in Italia tra i più attivi protagonisti.

Il capitolo 2 è stato dedicato alla ricostruzione dello stato di fatto energetico caratteristico del Comune di Reggio Emilia nonché della sua evoluzione. In particolare sono stati indagati i fabbisogni di energia primaria e l'inventario delle emissioni di gas climalteranti (anidride carbonica), approfondendo poi, quando si rivelava possibile, anche gli aspetti connessi alle emissioni inquinanti (polveri sottili e ossidi di azoto), nei successivi capitoli.

### 1.3 IL PANIERE DELLE TECNOLOGIE DISPONIBILI

I successivi capitoli descrivono le principali azioni nei diversi macrosettori prima individuati: il capitolo 3 esamina il settore civile, il capitolo 4 quello industriale, il capitolo 5 il settore agricolo, il capitolo 6 indaga gli usi finali della Pubblica Amministrazione, il Capitolo 7, infine studia l'energetica del settore mobilità e trasporti. Ciascuno degli interventi proposti è esaminato attraverso lo sviluppo di un bilancio energetico e una valutazione delle variazioni sul quadro emissivo generale.

Il Capitolo 9, infine, indaga sulle potenzialità di sistemi di cogenerazione a biomasse a filiera corta, focalizzando in particolare l'attenzione sulle biomasse legnose ad alto potere calorifico e elevata resa per ettaro della coltura. La necessità di esplorare e valutare a fondo ogni singolo aspetto della gestione della filiera, dell'impatto ambientale e dell'approvvigionamento della biomassa nelle diverse fasi di vita della stazione di cogenerazione, ha suggerito di recepire le indicazioni del Piano Energetico Regionale, sottolineando però la necessità di valutare con attenzione ogni singolo intervento che potrà essere proposto nei prossimi anni attraverso un attento vaglio delle criticità prima definite.

Per ciascuna delle tecnologie selezionate, è stata fornita una *review* dello stato dell'arte evidenziando nel contempo sia le caratteristiche tecnologiche, sia le potenzialità dei dispositivi disponibili sul mercato.

I sistemi impiantistici più complessi, come i sistemi a cogenerazione, la rete di teleriscaldamento, sono stati trattati in paragrafi dedicati.

Uno degli aspetti forse più interessanti del Piano è connesso alla scelta di definire indici economico/energetici ed economico/ambientali per ciascuna delle tecnologie/politiche di intervento individuate; questi indici consentono di confrontare l'efficacia dei diversi interventi nei termini dei parametri di riferimento prima descritti.

L'indice  $I_{ee}$  (economico-energetico) è stato definito come il rapporto tra il decremento annuo in termini di fabbisogno di energia primaria fossile ottenuto con l'adozione di una certa tecnologia/politica di intervento, e il costo di investimento (in k€) dello stesso sistema tecnologico; analogamente gli indici economico-ambientali, denominati  $I_{ea_{CO_2}}$ ,  $I_{ea_{NOX}}$ ,  $I_{ea_{polveri}}$ , sono stati definiti come il rapporto tra la riduzione annua delle emissioni rispettivamente di anidride carbonica, ossidi di azoto e polveri sottili, ottenibile con l'attuazione di un certo intervento e il costo del relativo investimento (sempre in k€).

Questi indici consentono un immediato riscontro dell'efficacia economica degli interventi proposti nonché del loro potenziale rispetto agli obiettivi previsti nel piano.

Gli indici possono essere costanti o risentire di un effetto di scala connesso al grado di applicazione della tecnologia/politica di intervento<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> La scarsità e la parziale inaffidabilità di dati relativi ai fabbisogni energetici relativi alle fasi di manifattura dei prodotti e dei sistemi impiantistici, non ha consentito di sviluppare una completa analisi LCA (*life cycle assessment*) che potesse valutare i benefici connessi all'adozione delle diverse tecnologie in modo completo estendendo le valutazioni dai processi di trasformazione energetica caratterizzanti l'esercizio, fino alla considerazione dei "costi energetici" sostenuti durante le fasi di realizzazione delle opere e di dismissione al termine della vita utile degli impianti. Si ritiene infatti che la implementazione delle analisi energetiche fino ad ora svolte secondo un approccio di questo tipo, non appena si sarà resa disponibile una adeguata letteratura di riferimento, sia del tutto auspicabile.

La visione risulterebbe infine del tutto esaustiva se tale analisi verranno in futuro affiancate da considerazioni sul costo esterno dell'energia. La considerazione delle così dette esternalità (valutazione dei costi che la collettività deve sostenere per fare fronte ai danni ambientali e sanitari connessi alla dispersione in atmosfera di sostanze inquinanti e climalteranti), sebbene affetta da una intrinseca carenza di scientificità può infatti fornire, anche se solo per via statistica, utili indicazioni sulla bontà delle scelte di politica energetica da adottare.

Una volta definiti i gli indici, è stato possibile ponderare l'efficacia dei singoli interventi in relazione alle risorse economiche disponibili e al grado di applicazione in linea con le potenzialità del territorio.

## **1.4 GLI SCENARI DI EVOLUZIONE**

Una volta delineate le linee di azione mediante le quali si prevede di attuare le azioni previste dal Piano, nei diversi settori, si è affrontato il problema dell'inquadramento economico e ambientale delle tecnologie/politiche di intervento, nell'ambito del contesto territoriale del Comune di Reggio Emilia.

E' del tutto evidente che la tipologia del contesto territoriale costituisca infatti il vincolo principale cui fare riferimento. Un'ipotesi di *energy retrofit* sviluppata, ad esempio, nell'ottica della realizzazione di impianti di cogenerazione a biomasse non può prescindere dalla disponibilità di territorio da dedicare alle piantumazioni. Analogamente, i benefici collegati all'adozione del Nuovo Regolamento Edilizio non possono che essere valutati in relazione alla volumetria che si prevede di realizzare rispettando i requisiti cogenti previsti dal regolamento.

Per ciascuna tecnologia/politica di intervento è stato così individuato un *range* di fattibilità strettamente connesso alle potenzialità di recepimento dell'iniziativa da parte del territorio.

Ciascuno di questi è stato descritto in relazione alle potenzialità attese e ad analoghe precedenti esperienze e a buone pratiche già sviluppate nel territorio.

Sono infine proposti e sviluppati diversi macroscenari di intervento costituiti aggregando gli interventi nei diversi settori.

I risultati sono presentati in riferimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni climalteranti (pieno rispetto del Protocollo di Kyoto), inquinanti e di ottimizzazione dei consumi di fonti energetiche fossili connesse alla adozione di tecnologie ad alta efficienza energetica.

## **1.5 CONCLUSIONI**

Le considerazioni finali sono presentate nei Capitoli 8 e 10, insieme alla formulazione della proposta finale di Piano Energetico per il Comune di Reggio Emilia.





# 2

## Bilancio energetico comunale







## 2.1 METODOLOGIA

Le banche dati analizzate durante l'istruttoria necessaria alla preparazione del bilancio energetico comunale si sono mostrate fin dal principio estremamente disomogenee per tipologia di fonte, per metodologia di elaborazione, per completezza delle informazioni raccolte. L'organizzazione e l'implementazione dei loro dati si sono mostrate, proprio per questa disomogeneità, fasi estremamente complesse e laboriose.

Da letteratura, il riferimento più importante è sicuramente il Piano Energetico 2007 della Regione Emilia Romagna [2.1], dal momento che esso, inevitabilmente, condiziona nelle sue direttive anche i Piani elaborati su scala territoriale più ridotta.

Nello sviluppo della analisi, il Piano Regionale è risultato particolarmente importante in quanto ha fornito i *trends* storici, su base regionale, dei fabbisogni energetici riferiti ai singoli combustibili e della domanda energetica dei diversi settori, consentendo inoltre di giungere ad una prima valutazione qualitativa delle emissioni di anidride carbonica caratterizzanti il Comune di Reggio Emilia, procedendo per una via alternativa a quella seguita con le attività di censimento dei fabbisogni energetici locali.

Quest'ultima attività si è rivelata infatti molto difficile anche per la indisponibilità di alcuni *energy providers* a fornire i dati richiesti. Tra gli attori virtuosi del panorama energetico, soprattutto Eni ha collaborato in modo fattivo fornendo molte informazioni utili.

Il completamento del database è stato così possibile soltanto attraverso una più ampia attività di ricerca indiretta delle informazioni dalla consultazione di fonti terze, o, come ultima risorsa, attraverso la ricostruzione delle serie storiche mancanti mediante processi di interpolazione e/o di stima a partire dai pochi valori disponibili.

## 2.2 UNA PRIMA VALUTAZIONE – APPROCCIO TOP-DOWN

Il Piano Energetico Regionale 2007 [2.1], presenta il bilancio energetico e l'inventario delle emissioni in atmosfera del sistema energetico regionale.

In considerazione della particolare omogeneità nei termini di territorio e tipologia di attività produttive, si è ritenuto accettabile paragonare l'*energy pattern* caratteristico del Comune di Reggio Emilia con quello regionale. La particolare conformazione geografica dell'Emilia Romagna, ove la popolazione, le attività produttive e le reti stradali e ferroviarie sono prevalentemente concentrate nella zona pianeggiante del territorio regionale ha suggerito infatti di assumere che le dinamiche osservate nelle serie storiche dei fabbisogni energetici regionale non fossero, con buona approssimazione, che uno specchio di analoghe variazioni riscontrabili a livello locale.

Così, in virtù delle analoghe condizioni climatiche, si è ritenuto ragionevole ipotizzare che i fabbisogni energetici (e quindi anche le emissioni inquinanti e climalteranti loro correlate) comunali e regionali, stessero tra loro nella stessa proporzione rilevabile tra la popolazione comunale e quella regionale. La determinazione del bilancio energetico su scala locale secondo questa procedura, risulta peraltro particolarmente adeguata a valutare e considerare le forti differenze nei tassi di incremento fatti registrare negli ultimi anni dalla popolazione locale rispetto a quella regionale. La tabella 2.1 fornisce i dati relativi alla popolazione residente nel Comune di Reggio Emilia e nella Regione Emilia Romagna dal 1990 (fonti ISTAT e Uffici Anagrafe); sono inoltre fornite stime sulla crescita attesa delle popolazioni secondo quella che sarebbe la evoluzione spontanea delle serie storiche.

Per ogni anno è stato poi definito il fattore di correzione anagrafica definito il rapporto tra la popolazione del Comune di Reggio Emilia e quella della Regione Emilia Romagna.

Anno	Abitanti Comune di Reggio Emilia	Abitanti Regione Emilia Romagna	Fattore di Correzione Anagrafica
1990	131880	3'905'776	0.034
1991	132030	3'909'512	0.034
1992	133510	3'913'248	0.034
1993	133993	3'920'351	0.034
1994	134548	3'929'749	0.034
1995	135'500	3'924'456	0.035
1996	137'242	3'937'924	0.035
1997	139'200	3'947'102	0.035
1998	139'200	3'959'770	0.035
1999	141'480	3'981'146	0.036
2000	146'092	4'008'663	0.036
2001	148'517	3'984'526	0.037
2002	149'844	4'030'220	0.037
2003	152'235	4'080'479	0.037
2004	153'713	4'151'369	0.037
2005	155'191	4'085'504	0.038
2006	159'809	4'099'770	0.039
2007	158'742	4'114'035	0.039
2008	160'508	4'128'301	0.039
2009	162'274	4'142'566	0.039
2010	164'041	4'156'831	0.039

Tab.2.1: popolazioni Comune di Reggio Emilia, Regione Emilia Romagna,  
Fattore di correzione anagrafica

Una volta note le stime sulle popolazioni e i collegati fattori di correzione anagrafica, si è seguito un approccio così detto *top-down* per determinare i fabbisogni energetici comunali elaborando i dati forniti dalle serie storiche dei fabbisogni energetici e delle emissioni regionali, fornite dal Piano Energetico Regionale del 2007 [2.1] e da quello del 2004 [2.2], utilizzando proprio i fattori correttivi prima definiti.

I risultati così determinati per fabbisogni e emissioni hanno mostrato soddisfacenti correlazioni con i valori stimati da Issi [2.3] nello Studio propedeutico al Piano energetico Comunale di Reggio Emilia, del marzo 2003 (*i.e.* nel 2000, emissioni climalteranti complessive Comune di Reggio Emilia secondo la procedura *top-down*: 1162 kt<sub>CO2</sub>; emissioni climalteranti complessive Comune di Reggio Emilia secondo stime Studio propedeutico, 1090 kt<sub>CO2</sub>).

Le tabelle 2.2 e 2.3 e la figura 2.1 mostrano l'evoluzione delle serie storiche di fabbisogni ed emissioni climalteranti, calcolati con riferimento alla procedura *top-down*, dal 1990 al 2010. I valori degli anni compresi dal 2007 al 2010 sono stati stimati con riferimento a quelle che dovrebbero essere le variazioni medie per arrivare, al 2010, ai consumi per settore come da stime del Piano Energetico Regionale [2.1]. Le serie storiche degli anni 2011-2020 sono stati invece calcolati in relazione a quella che sarebbe la loro spontanea evoluzione.

La tabella 2.4, infine, fornisce, con rappresentazione a istogramma, una indicazione della distanza tra i valori annuali delle emissioni inquinanti del Comune e l'obiettivo di Kyoto secondo la procedura *top-down*.

### Domanda Energetica

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Settore Civile	1492	1585	1716	1843	2075	2049	2034	2087	2142	2121	2138	2154	2170	2272	2313	2436	2646
Settore Industriale	1354	1510	1780	1843	2010	1967	1983	2067	2154	2165	2214	2264	2315	2404	2465	2649	2966
Settore Trasporti	1192	1270	1568	1669	1686	1722	1743	1823	1907	1923	1974	2025	2076	2119	2170	2326	2593
Settore Agricolo	142	134	182	191	199	203	205	214	223	225	230	236	241	251	258	279	315
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
<b>Totale</b>	4208	4501	5237	5551	5757	5944	5959	6175	6400	6397	6509	6621	6734	6985	7140	7614	8426

Tab. 2.2: bilancio energetico Comune di Reggio Emilia (procedura top – down)

### Emissioni Climalteranti [CO<sub>2</sub>]

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Settore Civile	270	273	296	319	329	305	304	314	324	323	327	332	336	335	338	348	363
Settore Industriale	244	257	287	309	319	301	300	310	320	319	323	327	332	344	350	367	395
Settore Trasporti	297	311	388	418	431	431	430	444	458	456	462	469	475	501	512	545	601
Settore Agricolo	30	29	37	40	41	35	35	36	38	37	38	38	39	41	41	43	46
	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
<b>Totale</b>	1084	988	1162	1252	1292	1382	1380	1424	1470	1464	1484	1504	1525	1564	1595	1690	1853

Tab. 2.3: inventario emissioni climalteranti Comune di Reggio Emilia (procedura top – down)

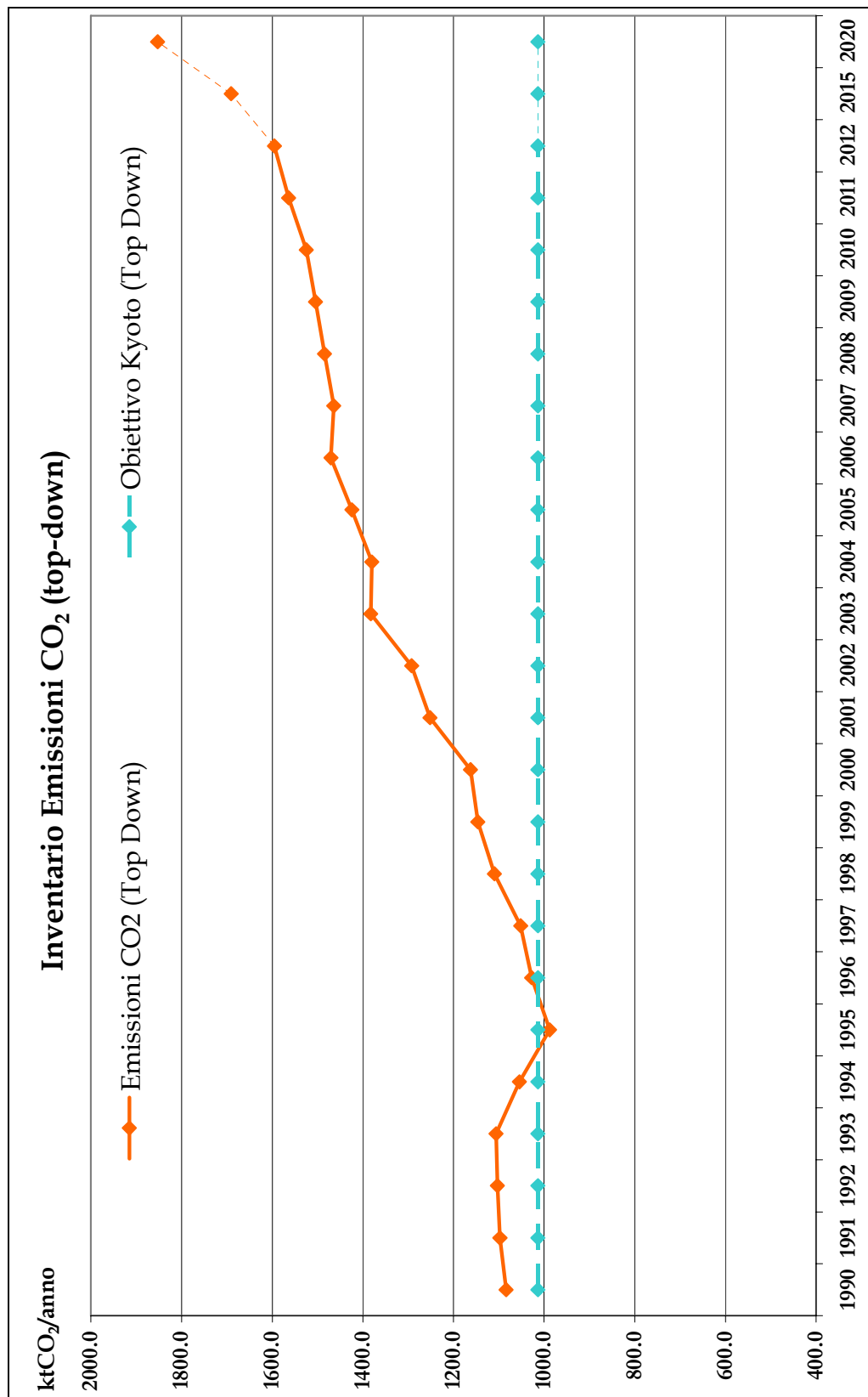
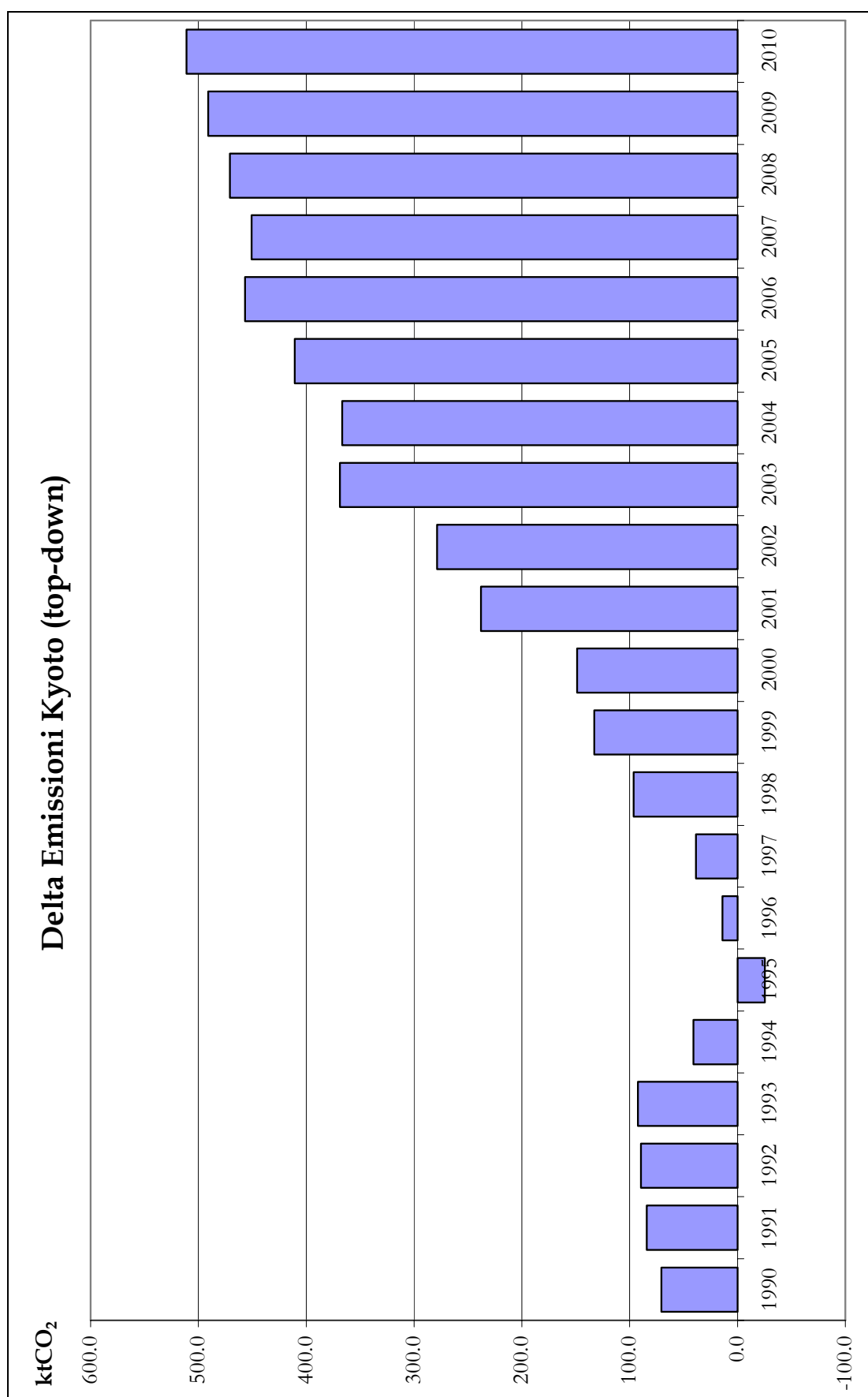


Fig. 2.1: archivio emissioni climalteranti Comune Reggio Emilia (procedura top-down).

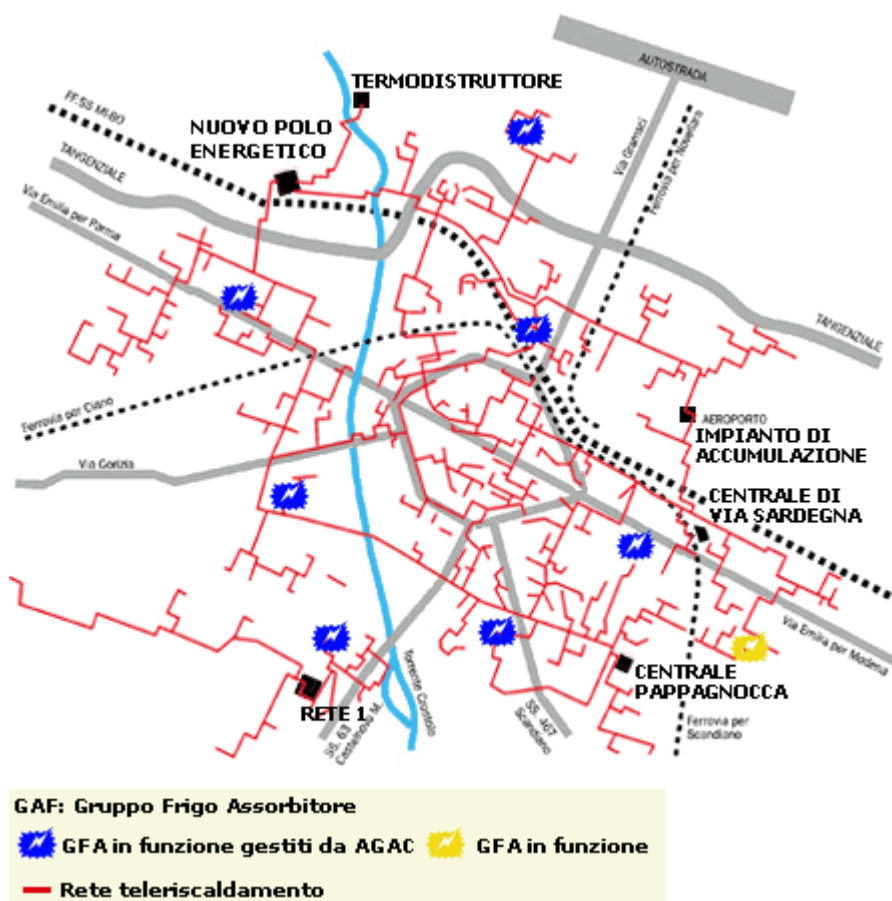


Tab. 2.4: distanza tra i valori annuali emissioni climalteranti Comune Reggio Emilia - obiettivo Kyoto (procedura top-down).

## 2.3 SETTORE TRASFORMAZIONE ENERGIA ELETTRICA

Le politiche energetiche basate su cogenerazione e teleriscaldamento sono a Reggio Emilia una realtà sin dalla fine degli anni settanta del secolo scorso.

Il sistema di teleriscaldamento urbano di Reggio Emilia (Fig. 2.2) rappresenta oggi la terza realtà per dimensione a livello nazionale, dopo Torino e Brescia, con un parco utenze servito superiore alle ventiduemila unità.



[[www.agac.it/database/agac/agac.nsf/pagine/6cd39b85a9d3082ec1256c560056d641?opendocument&lng=ita](http://www.agac.it/database/agac/agac.nsf/pagine/6cd39b85a9d3082ec1256c560056d641?opendocument&lng=ita)]

Fig. 2.2: la rete di teleriscaldamento di Reggio Emilia (da sito Eni).

### 2.3.1 STATO DELL'ARTE

L'esperienza reggiana [2.4-2.5] nasce nei primi anni '80, con le due centrali di quartiere di San Pellegrino (denominata RETE1, Reggio Emilia Total Energy 1) e di Pappagnocca - Terrachini (Via Casoli).

Nel 1988 entra in servizio la centrale RETE2, che prevede due caldaie a carbone a tecnologia innovativa denominate a "letto fluido".

Nel 1992 la centrale RETE2 viene potenziata con due nuove caldaie a metano.

Nel 1994, entrano in servizio le prime due caldaie della centrale periferica di integrazione di Via Sardegna, completata con ulteriori due generatori nel 1998, tutti alimentati a metano.

Nel 2001, “il permanere di una situazione in cui la rete di teleriscaldamento si è diffusa in modo capillare nel territorio cittadino e dove permane una forte domanda di allacciamenti ad edifici esistenti e di prossima realizzazione (nuovo PRG recentemente approvato)” [2.4], porta AGAC a ridelineare la propria strategia di intervento a medio termine (cinque anni) per adeguare la capacità produttiva del sistema. L'ipotesi di progetto prende le mosse dal PRG approvato nel 2001, che prevede per i successivi 10 anni una volumetria di nuova edificazione pari a circa 3,33 milioni di metri cubi. Ipotizzando una capacità di penetrazione del teleriscaldamento su tale volumetria pari al 75 % (corrispondente alle zone raggiungibili dalla rete), si ipotizzano così circa 250.000 metri cubi anno di nuovi edifici da allacciare alla rete di teleriscaldamento, a cui aggiungere le trasformazioni di edifici esistenti che (sulla base di quanto fatto negli anni precedenti) si attestano attorno ad un valore di circa 350.000 metri cubi.

La realizzazione della nuova centrale a ciclo combinato e il *revamping* della centrale Rete 1 consentono peraltro di superare le criticità che si stavano palesando già dal 2001 (quando la rete sembrava ormai prossima alla saturazione), consentendo una fase di nuova espansione, particolarmente sostenuta dal 2004 ad oggi.

Il piano di intervento promosso da AGAC ha previsto:

- realizzazione dell'impianto di cogenerazione a ciclo combinato, aggiornamento tecnico ed ambientale della centrale RETE2 ai migliori standard;
- dismissione dei motori a gas cogenerativi della Centrale RETE1 ed installazione di due generatori di calore di integrazione (potenza unitaria pari a circa 8 MW);
- installazione di un nuovo accumulo di calore in una posizione di aiuto e supporto alla distribuzione dell'acqua surriscaldata in rete;
- ristrutturazione e potenziamento della centrale di Pappagnocca - Terrachini (Via Casoli), che era in esercizio da oltre 20 anni.

Con gli interventi realizzati la potenzialità termica del sistema cittadino ha raggiunto i 295 MW (dato 2005-2006, 272 MW al netto degli accumuli esistenti, pari a circa 23 MW).

L'aspetto più rilevante degli interventi previsti è stato senz'altro la realizzazione dell'impianto a cogenerazione a ciclo combinato cogenerativo - turbogas (Fig. 2.3).



Progetto impianto di cogenerazione a ciclo combinato (turbogas)



Progetto area RETE2-turbogas



Particolare del progetto impianto di cogenerazione a ciclo combinato (turbogas)

[[www.agac.it/DATABASE/agac/agac.nsf/pagine/48F861F7B8716ECDC1256C5C0039BF96?OpenDocument](http://www.agac.it/DATABASE/agac/agac.nsf/pagine/48F861F7B8716ECDC1256C5C0039BF96?OpenDocument)]

Fig. 2.3: la centrale a cicli combinati di Reggio Emilia (da sito Eni).

L'impianto, realizzato nell'area della centrale RETE2, a formare il cosiddetto Nuovo Polo Energetico, costituisce un importante investimento per l'intera cittadinanza realizzando una straordinaria azione di



politica energetica nella direzione dell'efficienza energetica e del contenimento delle emissioni inquinanti/climalteranti.

L'impianto dispone di una sezione turbina a gas, con una potenza elettrica di circa 40 MW. Lo schema di centrale prevede che i fumi di combustione esausti all'uscita della turbina, in virtù della loro temperatura ancora elevata (550 °C), cedano energia termica ad una seconda macchina di potenza dotata di turbina a vapore di potenza 15 MW. All'uscita dalla turbina il cascame entalpico è utilizzato per alimentare una rete di teleriscaldamento caratterizzata per una potenza di circa 46 MWt (a cui si aggiungono i circa 7 MW generati direttamente in caldaia a recupero).

Il rendimento totale di impianto si avvicina quindi al 78%, valore molto superiore rispetto a quello degli impianti tradizionali e molto competitivo anche rispetto agli impianti cogenerativi a ciclo semplice in virtù del rendimento elettrico molto elevato.

Durante il percorso autorizzativo dell'impianto a ciclo combinato, la AUSL di Reggio Emilia, nel proprio parere ha inserito alcune prescrizioni, sulla base delle quali sono stati eseguiti alcuni interventi di corredo:

- trasformazione a gas naturale delle caldaie a letto fluido a carbone (eseguita nel 1998/1999);
- potenziamento dei sistemi di attenuazione delle emissioni acustiche per gli impianti esistenti (eseguito nel 1996 con la realizzazione di una barriera acustica lato ferrovia).

### 2.3.2 CENTRALE A COGENERAZIONE A CICLI COMBINATI

La centrale a cogenerazione a cicli combinati rappresenta, per le alte efficienze di trasformazione di energia chimica del combustibile in energia elettrica, una delle soluzioni tecnologiche migliori dal punto di vista tecnico, energetico, ambientale, gestionale nel campo dei sistemi di generazione di energia elettrica e termica in cogenerazione.

Il processo di produzione di una centrale a ciclo combinato è costituito da due cicli termodinamici in cascata dove l'energia termica in uscita dal primo ciclo viene utilizzata in ingresso nel secondo. Secondo uno schema di processo semplificato, la centrale di cogenerazione a ciclo combinato di Reggio Emilia è composta dai seguenti blocchi funzionali:

- turbina a gas con bruciatore "a combustione magra", e relativo generatore elettrico;
- generatore di vapore a recupero con sistema di abbattimento NO<sub>x</sub>;
- turbina a vapore e relativo generatore elettrico;
- sistema di condensazione e raffreddamento del vapore;
- scambiatori vapore-acqua per teleriscaldamento;
- componenti a servizio del circuito teleriscaldamento.

Il primo ciclo termodinamico (ciclo Brayton) viene realizzato da un gruppo turbogas costituito da un compressore, da una camera di combustione e da una turbina a gas.

Il combustibile opportunamente trattato è introdotto entro la camera di combustione insieme all'aria comburente aspirata da un sistema filtrante e compressa dal compressore.

I bruciatori "a combustione magra" (*Dry Low NO<sub>x</sub> combustors DLN*), consentono livelli di emissione di NO<sub>x</sub> molto contenuti (inferiori a 15 ppm), sono alimentati a gas naturale, producendo un flusso di gas ad elevata temperatura (fino a 1300°C) che espandendo nella turbina a gas costituisce il primo dei due sistemi generatori di energia elettrica, sistema caratterizzato da una potenza lorda di circa 40 MWe.

I gas di scarico dalla turbina a gas, caratterizzati da temperature elevate (450°/600°C), sono avviati al ciclo secondo ciclo termico. A camino i fumi disperdono 29 MW.

Il secondo ciclo termico (Rankine) ha luogo grazie al recupero del cascame dei gas di scarico della turbina a gas al generatore di vapore a recupero, mediante scambi termici tra i gas ed il fluido (acqua). Grazie a questo scambiatore, 61 MWt sono recuperati convertendo in vapore il fluido evolvente del secondo ciclo termodinamico. Il vapore così generato viene inviato ad una turbina a vapore collegata ad un secondo generatore di energia elettrica per una ulteriore produzione di ulteriori circa 15 MWe, mentre la potenza termica residua pari a circa 46 MWt viene erogata al circuito di teleriscaldamento attraverso gli scambiatori vapore-acqua surriscaldati. I gas di scarico in uscita dal generatore di vapore a recupero, alla temperatura di circa 92°C, vengono quindi inviati in atmosfera tramite un camino di diametro pari a 3 m ed alto circa 40 m rispetto al piano di campagna.

Sono previsti sistemi per l'abbattimento degli ossidi di azoto a catalizzatori.

La centrale è collegata al sistema di distribuzione nazionale, attraverso un elettrodotto da 132 kV che collega l'impianto alla stazione primaria di Reggio Nord.

### 2.3.3 LE ALTRE CENTRALI DI COGENERAZIONE / TELERISCALDAMENTO

#### RETE 1

La centrale RETE 1 (Reggio Emilia Total Energy 1) di via Gandhi è stata il primo impianto da cui nel 1981 è partito il servizio di teleriscaldamento a Reggio Emilia nel 1981. Dopo oltre 20 anni di funzionamento, nel 2004, le unità di cogenerazione, ormai tecnicamente superate, sono state sostituite da due caldaie a metano, destinate prevalentemente ad integrare la rete durante i picchi, ciascuna delle quali caratterizzata da una potenza termica di circa 8,100 MW, destinate in inverno per il teleriscaldamento e in estate per il teleraffrescamento e per la produzione di acqua sanitaria ad uso del vicino Direzionale. La centrale è caratterizzata dalla seguente dotazione impiantistica:

- due caldaie a gas naturale della potenza di 8,1 MW ciascuna,
- una caldaia a gas naturale della potenza di 4,7 MW,
- due caldaie a gas naturale della potenza di 1,33 MW,
- due gruppi frigoriferi ad assorbimento a bromuro di litio, caratterizzati da una potenza frigorifera rispettivamente pari a 0,93 MW e 1,28 MW.

Due reti di quartiere sono collegate a RETE1. Una di queste due è a doppia funzionalità potendo funzionare sia in modalità di teleriscaldamento in inverno, che in modalità di teleraffrescamento in estate.

La centrale riscalda una volumetria di 446.130 metri cubi e serve 47 sottocentrali d'utenza (dati 2004)

La centrale può funzionare secondo due modalità: o il sottosistema allacciato a RETE 1 è direttamente servito dal calore di provenienza dal polo energetico di via Hiroshima (dall'altra centrale aziendale RETE2) trasmesso al fluido termovettore locale tramite uno scambiatore di calore (potenza 8 MW), o la centrale stessa fornisce direttamente l'energia termica alla rete a lei asservita.

#### RETE 2

La centrale RETE 2 (Reggio Emilia Total Energy 2) sita presso il polo energetico è in esercizio dal 1988. E' una centrale di cogenerazione a ciclo semplice ed è caratterizzata dai seguenti sottosistemi:

- una centrale di cogenerazione (realizzata con 2 generatori a vapore) (2 x 46,5 t/h a 505° e 91,5 bar e ciclo termico),
- un turboalternatore (21 MVA) per la produzione di energia elettrica,

- una sezione di trasformazione di energia elettrica (15/130 kV),
- un condensatore caldo per la produzione di energia termica,
- tre caldaie per la produzione del calore di integrazione e riserva.
- un sistema di accumulo del calore (potenza 20 Gcal/h).

Sebbene nei primi anni la alimentazione fosse a carbone (due caldaie "a letto fluido"), dal 1999, la centrale è stata alimentata unicamente a gas naturale. La centrale è inoltre collegata con il vicino inceneritore destinato alla termovalorizzazione dei rifiuti solidi urbani. L'impianto, è rimasto fermo da aprile 2002, fino al novembre 2005 per motivi tecnici.

Nel 2006 ha fornito energia elettrica per circa 13,5 GWh, smaltendo 42 mila tonnellate di rifiuti solidi urbani.

Ben 1375 sottocentrali di utenza sono asservite alla centrale di RETE 2. Alla fine del 2003, complessivamente oltre otto milioni e mezzo di metri cubi erano riscaldati grazie ai cascami entalpici veicolati dalla rete di teleriscaldamento facente capo a RETE 2.

Nell'attuale configurazione la centrale presenta:

• Potenza elettrica prodotta lorda	18,6 MWe
• Potenza elettrica netta	16,6 MWe
• Potenza termica cogenerazione	46,8 MWt
• Potenza termica caldaie integrazione a metano	64,0 MWt
• Potenza termica dall'inceneritore RSU	9,3 MWt

A fine 2003, la rete di teleriscaldamento è stata recentemente ulteriormente sviluppata nella zona nord della città andando a raggiungere nuove utenze presso il nuovo parco acquatico della città e nell'area ex cantine riunite, allacciate alla rete di teleraffrescamento.

#### *LE CENTRALI DI VIA SARDEGNA E Di VIA TERRACHINI*

La centrale termica centrale di integrazione di via Sardegna (quattro caldaie a metano per la produzione termica semplice, con una potenza termica totale pari a 58 MWt.) ha fornito oltre 30 GWht nel 2005, quasi 25 GWht nel 2006.

La centrale sita in via Terrachini (conosciuta anche come termica di integrazione e di riserva del quartiere Pappagnocca), in fase di ristrutturazione, ha invece operato in modo molto saltuario fornendo circa 90 MWht nel 2005 e 140 MWht nel 2006

#### **2.3.4 IL TELERAFFRESCAMENTO**

Le potenzialità della rete di distribuzione di energia termica non si esaurisce con il solo teleriscaldamento. Gli ultimi anni sono stati infatti caratterizzati da una forte crescita della domanda di energia frigorifera per raffrescamento estivo degli ambienti.

L'energia frigorifera è normalmente fornita alle utenze finali grazie a singoli impianti frigoriferi installati direttamente presso le diverse utenze finali. Quasi la totalità di queste macchine frigorifere produce freddo mediante compressori alimentati ad energia elettrica (*compression chillers*) ed è, per questo, origine di picchi della domanda di domanda elettrica e, sempre più spesso, causa di congestione nella rete. Esistono tuttavia altri modi per generare energia frigorifera senza dover necessariamente utilizzare energia elettrica. I gruppi frigoriferi ad assorbimento, ad esempio, consentono di generare energia frigorifera semplicemente avendo a disposizione energia termica (molto abbondante nei cascami entalpici del condensatore delle centrali, altrimenti mal sfruttati nella stagione estiva) e sfruttando l'endotermicità caratterizzante le variazioni di concentrazione di opportune miscele.

In presenza di una rete di teleriscaldamento si possono quindi efficacemente realizzare reti di produzione e distribuzione di energia frigorifera attraverso due distinte modalità: o distribuendo direttamente l'energia frigorifera prodotta da un gruppo frigorifero ad assorbimento in centrale, o continuando a distribuire alle utenze finali l'energia termica, e lasciando che la trasformazione energia termica- energia frigorifera sia realizzata da un *chillers* ad assorbimento localizzato presso l'utilizzatore finale.

Il primo caso risulta interessante quando si può disporre in centrale di considerevoli cascami entalpici (condensatore di cicli a vapore, recuperi termici nei sistemi di generazione elettrica, recuperi termici dai fumi, *etc.*) che altrimenti andrebbero dispersi.

Nel secondo caso la rete continua a distribuire alle utenze energia termica sotto forma dell'acqua surriscaldata necessaria ad alimentare i *chillers* ad assorbimento lasciando che la produzione dell'acqua refrigerata per il raffrescamento degli ambienti avvenga localmente. Sebbene negli ultimi anni si stia assistendo ad una diffusione crescente di gruppi frigoriferi ad assorbimento di taglie sempre più piccole, questa opzione risulta normalmente sostenibile quando l'utenza finale è caratterizzata da considerevoli carichi frigoriferi (utenze ospedaliere, centri commerciali), a causa dei costi di impianto abbastanza elevati.

In entrambi le modalità l'abbinamento di sistemi frigoriferi ad assorbimento e rete di distribuzione consente di ottenere notevoli benefici sia in termini energetici (con l'incremento di rendimento totale dei sistemi di cogenerazione ottenuto mediante lo sfruttamento di cascami entalpici altrimenti dispersi nel circostante) e ambientali (con la riduzione delle emissioni inquinanti ottenuto soprattutto limitando l'operare di gruppi a compressione o eliminando direttamente l'esigenza di installare gli stessi).

I dati relativi al 2005 evidenziano come Reggio Emilia sia la città più teleraffrescata di Italia [2.13]. L'esperienza del teleraffrescamento è iniziata a Reggio Emilia nei primi anni novanta e, da allora, è stata caratterizzata da un *trend* lineare di crescita.

Sono teleraffrescati il Tribunale, parte dell'Arcispedale Santa Maria Nuova, i complessi Il Castello ed ex-Riunite, e i centri commerciali Ariosto, Meridiana, Quinzio, Le Querce, il Centro Poste Ferrovia, la Questura ed alcuni Centri Direzionali.

In particolare due gruppi frigoriferi ad assorbimento, caratterizzati da potenza frigorifera totale di 3200 kW, sono in funzione presso l'Arcispedale Santa Maria Nuova consentendo di climatizzare adeguatamente le sale operatorie (l'utenza più energivora in assoluto), i reparti di degenza e i locali informatici, tutti ambienti in cui risulta di straordinaria importanza l'attuazione di un rigidissimo controllo climatico.

Le centrali di proprietà direttamente dell'azienda Enìa sono dedicate a porzioni della più vasta rete di teleriscaldamento (scala di quartiere o inferiore).

Nell'estate 2004 sono state realizzate tre reti di quartiere ad acqua refrigerata con una potenza frigorifera installata di 7 MW con macchine ad assorbimento a bromuro di litio e 5 MW elettrici.

Oltre a queste, altri dieci impianti locali con macchine ad assorbimento a bromuro di litio sono in esercizio per la produzione d'acqua refrigerata con una potenza installata di oltre 20 MW.

Al 2005 i dati sul teleraffrescamento possono essere sinteticamente essere riassunti come segue:

- \_ potenza frigorifera resa : oltre 26 MW nominali
- \_ volumetria servita : circa 1.200.000 m<sup>3</sup>
- \_ numero di installazioni :
  - 10 ubicate presso gli utenti finali
  - 3 all'interno di centrali Enìa con rete dedicata

\_ energia venduta :

21.9 GWh energia termica per refrigerazione

4.6 GWh energia frigorifera prodotta nelle centrali Enìa

### 2.3.5 IL FUTURO DELLA RETE

In questi anni Enìa ha profuso nuovi e ulteriori sforzi in vista di una sempre crescente ottimizzazione della rete. Tale impegno appare ancora più importante alla luce delle considerazioni espresse in sede di Atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici (Proposta della Giunta Regionale del 16 novembre 2007, n° 1730, deliberato dalla stessa Giunta Regionale in data 4 marzo 2008), che, agli articoli 20 e 21, valorizza le reti energetiche (teleriscaldamento e reti di microcogenerazione), mediante l'obbligo della predisposizione all'allacciamento per gli edifici situati ad una distanza inferiore ai metri 1000 dalle tratte di reti esistenti o di reti previste negli strumenti urbanistici (a Reggio Emilia, gran parte del territorio cittadino urbanizzato rientra entro questa categoria). La norma prescrive inoltre la possibilità di garantire la quota del fabbisogno energetico, obbligatoriamente da soddisfare con fonti rinnovabili, mediante semplice allacciamento alle reti di teleriscaldamento.

A questo proposito, Enìa ha fatto pervenire una osservazione alla bozza di piano [2.46] , richiamando l'attenzione sul "prossimo completamento della ristrutturazione della centrale termica di integrazione di via Casoli – Pappagnocca - Terrachini" che "porterà la potenza termica totale nominale installata sulla rete urbana a circa 300 MW, con un incremento rispetto alla situazione attuale di circa il 15%". Considerato "l'imminente incremento nonché la riserva di potenza pre-esistente, il servizio potrà beneficiare di un'ulteriore capacità di estensione per volumetrie aggiuntive complessive di oltre 2.000.000 di metri cubi."

Alla luce dei processi di ottimizzazione della rete oggi in cantiere, anche in virtù di quelle che potranno essere le risultanze del futuro PSC comunale, risulta di tutta evidenza che, nei futuri aggiornamenti, il Piano Energetico dovrà recepire con particolare diligenza l'evoluzione del quadro generale della rete di teleriscaldamento.

### 2.3.6 VALUTAZIONE DEI VANTAGGI ENERGETICI E AMBIENTALI DELLA RETE DI COGENERAZIONE/TELERISCALDAMENTO

I vantaggi e i benefici connessi agli elevati coefficienti di utilizzazione dei combustibili sono quindi patrimonio della cittadinanza da quasi trenta anni [2.4-2.5].

Nella redazione dei bilanci energetici ed emissivi sviluppati nel Piano, si è reso necessario valutare accuratamente il parco tecnologico cogenerativo cittadino con particolare riferimento alla sua composizione nei diversi anni.

In particolare occorre prima di tutto individuare una metodologia che consentisse di valutare i benefici connessi al minore utilizzo di energia primaria fossile e alle minori emissioni climalteranti, in relazione all'utilizzo della stessa energia primaria per la contestuale produzione di energia elettrica, termica e frigorifera.

Le Comunicazioni di Enìa [2.6], sono state il riferimento principale in queste indagini fornendo tutte le informazioni necessarie a comprendere il funzionamento delle stazioni a cogenerazione e la loro evoluzione tecnologica negli ultimi venti anni.

Esse hanno fornito indicazioni sui volumi di acquisto di gas naturale e di altri combustibili fossili, effettuati dalla Società Eni (un tempo AGAC) dal 1990 ad oggi.

Alcuni di questi dati sono presentati anche nello Studio propedeutico al Piano energetico comunale di Reggio Emilia [2.3] per le annate 1995-2000, e sono disponibili sebbene in forma parziale, nei Bilanci Ambientali di Previsione/Consuntivi, che il Comune di Reggio Emilia [2.7-2.12] elabora con cadenza annuale.

La ricostruzione del bilancio energetico Comunale nel settore della trasformazione dell'energia, presentava qualche piccola lacuna nelle annate comprese tra il 2001 e il 2004, in particolare per quanto concerneva la produzione di energia elettrica e la consegna di energia termica e frigorifera alle utenze allacciate alla rete.

A questo proposito è stata individuata una procedura che ha consentito di giungere alla stima dei valori mancanti.

Si è proceduto in prima istanza a determinare il numero di utenze allacciate alla rete. Queste erano disponibili dal Bilancio Ambientale di Previsione del Comune di Reggio Emilia per l'anno 2006 [2.10] per le annate dal 2000 al 2005; negli anni compresi tra il 1990 e il 2000 si disponeva invece del dato relativo alla sola volumetria allacciata alla rete [2.3].

Si è così ipotizzato di determinare un numero di utenze "equivalenti" semplicemente dividendo il valore volumetrico integrato per un valore volumetrico rappresentativo dell'utenza tipo caratterizzata, al lordo di murature e strutture di orizzontamento, da una superficie di 120 metri quadrati e una altezza di quattro metri per complessivi quattrocentottanta metri cubi da riscaldare.

Il confronto, condotto con riferimento al dato del 2000, annata coperta da entrambe le fonti, ha fornito soddisfacenti corrispondenze.

Per le annate successive al 2005 si è considerata la evoluzione spontanea della serie storica.

Per il periodo successivo al 2010 si è invece assunto che il numero delle utenze allacciate alla rete si mantenga grossomodo costante in ragione di un rallentamento dell'espansione urbana a fronte di un'alquanto probabile stabilizzazione del *trend* demografico della città.

Una volta noto o stimato il numero di utenze allacciate, per determinare l'energia elettrica prodotta e le energie termica e frigorifera consegnate alle utenze finali, si è fatto riferimento ai valori forniti dal Rapporto sull'inquadramento ambientale ed energetico della nuova centrale turbogas da 55 MWe del Comune di Reggio Emilia [2.4], relativamente alla configurazione di parco centrali dello stato di fatto (anni 2000-2003), avendo poi cura di "rimuovere il filtro" costituito dalla destagionalizzazione nella valutazione della sola energia termica.

Per quanto riguarda l'energia elettrica e le energia frigorifera (prodotta in centrale e/o direttamente presso le utenze), per le annate dal 2001 al 2004 (anno di effettiva entrata in funzione della nuova centrale turbogas), si è ipotizzata, per la prima una produzione costante, pari a quella fornita dallo Studio di Ambiente Italia [2.4], per la seconda, una produzione crescente correlata all'aumento del numero di utenze allacciate alla rete.

Per la valutazione dell'energia termica, si è inizialmente determinata la quantità di energia termica destagionalizzata fornita mediamente all'utenza ( $0.0066 \text{ MWh/gg*utenza}$ ), dividendo il valore caratteristico delle annate 2001-2004, come da Studio di Ambiente Italia [2.4], per il numero di utenze allacciate.

La stima dell'energia termica complessivamente prodotta e consegnata alle utenze è stata semplicemente determinata nei diversi anni, moltiplicato il valore così determinato per il numero di gradi giorno registrato e per il numero di utenze allacciate.

La ricostruzione del bilancio energetico relativo all'incenerimento è stata sviluppata per via più analitica. Il Conto Consuntivo Ambientale 2006 [2.11], elaborato dal Comune di Reggio Emilia, forniva i dati relativi alla produzione dei rifiuti urbani in chilogrammi per abitante all'anno e la percentuale degli stessi smaltiti per termodistruzione attraverso l'inceneritore.

Poiché era noto il numero di abitanti del Comune, il calcolo dei rifiuti condotti all'inceneritore per essere ivi termovalorizzati risultava determinabile in modo molto preciso.

Noto il loro potere calorifico dalla Direttiva Europea 2004-156-CE [2.14] è altrettanto immediato il calcolo dell'energia primaria associata agli stessi rifiuti.

Per quanto concerne l'inceneritore, si è ipotizzato un suo futuro completo arresto in linea con l'indirizzo politico della Amministrazione Comunale e con il suo straordinario impegno nella promozione della raccolta differenziata.

I valori per le annate successive al 2006 sono stati stimati in relazione all'incremento delle utenze allacciate (*i.e.* ipotizzando così una ulteriore espansione della rete), all'evoluzione spontanea delle serie storiche, a ipotesi conservative (su inceneritore e rinuncia ad utilizzare combustibili fossili diversi dal gas naturale).

In particolare la procedura adottata per valutare i fabbisogni è risultata molto simile a quella, già descritta in precedenza, prevista per determinare i dati mancanti delle annate 2001-2004.

Per l'energia frigorifera e l'energia termica consegnata, sono stati calcolati i valori riferiti rispettivamente  $Q_c$  alla singola utenza allacciata e  $Q_b$  alla singola utenza allacciata destagionalizzata (dividendo il valore integrato per il numero di gradi giorno (GG) misurati nell'anno in esame).

Questi valori, determinati con riferimento alle annate 2005 e 2006, dopo essere stati mediati tra loro, sono stati così assunti come parametri caratterizzanti la configurazione di stato di fatto del parco cogenerativo.

$$Q_c = 1.132 \text{ MWh}_f / \text{utenza} \quad (2.1)$$

$$Q_b = 0.006 \text{ MWh}_t / \text{GG} * \text{utenza} \quad (2.2)$$

Per la valutazione dell'energia elettrica e della quantità di gas naturale utilizzato per alimentare le centrali si è ipotizzato un *trend* di crescita analogo a quello dei fabbisogni di energia termica, supponendo così un funzionamento delle centrali con rendimenti medi caratteristici annui costanti.

La tabella 2.5 fornisce indicazioni sui quantitativi di gas naturale utilizzato nelle centrali insieme ad una valutazione dell'energia elettrica, termica e frigorifera prodotta con questo combustibile e consegnata alla rete (elettricità) e agli utilizzatori finali (termica).

Domanda Energetica Settore Trasformazione Energia Elettrica																					
	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Combustibile																					
Gas Naturale	79,7 <sup>[a]</sup>	150,9 <sup>[3,6]</sup>	161,7 <sup>[3,6]</sup>	181,4 <sup>[3,6]</sup>	226,0 <sup>[3,6]</sup>	461,3 <sup>[3,6]</sup>	514,0 <sup>[3,6]</sup>	502,0 <sup>[3,6]</sup>	552,5 <sup>[3,6]</sup>	565,9 <sup>[3,6]</sup>	1013,1 <sup>[3,6]</sup>	1193,7 <sup>[3,6]</sup>	1201,2 <sup>[a]</sup>	1142,5 <sup>[6a]</sup>	1281,7 <sup>[1]</sup>	1326,6 <sup>[1]</sup>	1371,5 <sup>[1]</sup>	1371,5 <sup>[1]</sup>	1371,5 <sup>[1]</sup>	1371,5 <sup>[1]</sup>	1371,5 <sup>[1]</sup>
Carbone	77,7 <sup>[a]</sup>	129,8 <sup>[3,6]</sup>	156,8 <sup>[3,6]</sup>	151,9 <sup>[3,6]</sup>	135,1 <sup>[3,6]</sup>	48,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>
Gasolio	6,9 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>
Rifiuti	189,8 <sup>[a]</sup>	169,5 <sup>[3,6]</sup>	205,5 <sup>[3,6]</sup>	189,9 <sup>[3,6]</sup>	222,2 <sup>[3,6]</sup>	246,0 <sup>[3,6]</sup>	249,6 <sup>[3,6]</sup>	212,7 <sup>[3,6]</sup>	48,8 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	0,0 <sup>[3,6]</sup>	86,6 <sup>[3,6]</sup>	175,6 <sup>[a]</sup>	217,5 <sup>[6a]</sup>	217,5 <sup>[1]</sup>	217,5 <sup>[1]</sup>	217,5 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>	0,0 <sup>[1]</sup>
Totale	354,1	450,2	524,0	523,2	583,3	755,2	763,6	714,7	601,3	565,9	1013,1	1280,4	1376,8	1360,0	1499,2	1544,1	1589,0	1371,5	1371,5	1371,5	1371,5
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Energia Elettrica [a]	15,4 <sup>[6a]</sup>	41,7 <sup>[6a]</sup>	48,0 <sup>[6a]</sup>	51,6 <sup>[6a]</sup>	49,3 <sup>[6a]</sup>	60,7 <sup>[6a]</sup>	71,8 <sup>[6a]</sup>	44,9 <sup>[6a]</sup>	77,8 <sup>[6a]</sup>	47,3 <sup>[6a]</sup>	280,3 <sup>[6a]</sup>	421,0 <sup>[6a]</sup>	432,4 <sup>[6a]</sup>	415,4 <sup>[6a]</sup>	456,7 <sup>[1]</sup>	472,7 <sup>[1]</sup>	488,7 <sup>[1]</sup>	488,7 <sup>[1]</sup>	488,7 <sup>[1]</sup>	488,7 <sup>[1]</sup>	488,7 <sup>[1]</sup>
Energia Termica Riscaldamento [b]	147,0 <sup>[a]</sup>	200,6 <sup>[3,6]</sup>	303,6 <sup>[3,6]</sup>	232,7 <sup>[3,6]</sup>	277,3 <sup>[3,6]</sup>	301,0 <sup>[3,6]</sup>	301,9 <sup>[6a]</sup>	308,6 <sup>[6a]</sup>	302,4 <sup>[6a]</sup>	346,9 <sup>[6a]</sup>	365,6 <sup>[6a]</sup>	391,3 <sup>[6a]</sup>	358,1 <sup>[6a]</sup>	343,9 <sup>[6a]</sup>	401,0 <sup>[1]</sup>	415,1 <sup>[1]</sup>	429,1 <sup>[1]</sup>	429,1 <sup>[1]</sup>	429,1 <sup>[1]</sup>	429,1 <sup>[1]</sup>	429,1 <sup>[1]</sup>
Energia Frigorifera [c]	0,8 <sup>[a]</sup>	7,4 <sup>[3,6]</sup>	7,4 <sup>[3,6]</sup>	10,2 <sup>[3,6]</sup>	10,6 <sup>[3,6]</sup>	10,3 <sup>[6a]</sup>	11,0 <sup>[3,6]</sup>	11,8 <sup>[6a]</sup>	13,0 <sup>[6a]</sup>	19,8 <sup>[6a]</sup>	26,0 <sup>[6a]</sup>	30,2 <sup>[6a]</sup>	25,5 <sup>[6a]</sup>	26,2 <sup>[6a]</sup>	31,0 <sup>[1]</sup>	32,1 <sup>[1]</sup>	33,2 <sup>[1]</sup>	33,2 <sup>[1]</sup>	33,2 <sup>[1]</sup>	33,2 <sup>[1]</sup>	33,2 <sup>[1]</sup>
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Benefici da Cogenerazione/Elettrico [d]	43,5	45,3	8,3	50,2	49,6	109,2	106,7	87,8	11,1	-0,1	-129,9	-237,9	-146,3	-109,9	-141,7	-153,1	-164,5	-348,1	-348,1	-348,1	-348,1
Benefici da Cogenerazione/Termico [d]	87,8	44,4	10,8	46,0	56,4	110,7	92,1	120,5	8,8	-0,2	-35,3	-46,4	-25,5	-19,1	-26,1	-28,2	-30,3	-64,2	-64,2	-64,2	-64,2
Rendimento Elettrico Medio Parco [e]	0,044	0,097	0,096	0,104	0,090	0,084	0,098	0,068	0,135	0,094	0,285	0,336	0,320	0,312	0,311	0,313	0,314	0,364	0,364	0,364	0,364
Rendimento Termico Medio Parco [f]	0,415	0,446	0,579	0,445	0,475	0,398	0,395	0,432	0,503	0,613	0,361	0,306	0,260	0,253	0,267	0,269	0,270	0,313	0,313	0,313	0,313
Coef. Allocations Exergetica Elettrico	0,331	0,505	0,435	0,522	0,468	0,497	0,537	0,422	0,557	0,416	0,786	0,837	0,852	0,832	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844
Coef. Allocations Exergetica Termico	0,669	0,495	0,565	0,478	0,532	0,503	0,463	0,578	0,443	0,584	0,214	0,163	0,148	0,148	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156

[num] riferimento da bibliografia

[-] stina

[--] nessuna fonte disponibile

[a] energia elettrica consegnata alla rete elettrica di distribuzione

[b] energia termica consegnata agli utilizzatori finali e ivi misurata

[c] energia frigorifera consegnata agli utilizzatori finali e ivi misurata (somma utenze raggiunte da fluido termovettore caldo e freddo)

[d] tene conto del minor fabbisogno di energia primaria per il soddisfacimento dei fabbisogni consento dalla cogenerazione, i valori negativi sono i benefici

[e] rendimento "equivalente", media annua centrali cogen./telese.

[f] rendimento "equivalente", media annua centrali cogen./telese.

Tab. 2.5: bilancio energetico settore trasformazione energia elettrica (procedura bottom - up)

[num] riferimento da bibliografia

[ - ] stima

[ - - ] nessuna fonte disponibile

[a] energia elettrica consegnata alla rete elettrica di distribuzione

[b] energia termica consegnata agli utilizzatori finali e ivi misurata

[c] energia frigorifera consegnata agli utilizzatori finali e ivi misurata

[d] tiene conto del minor fabbisogno di energia primaria per il soddisfacimento dei fabbisogni consentito dalla cogenerazione, i valori negativi sono i benefici

[e] rendimento "equivalente", media annua centrali cogen./teherse.

[f] rendimento "equivalente", media annua centrali cogen./teherse.



La conoscenza dei bilanci energetici delle centrali ha consentito di ricostruire il relativo quadro emissivo.

Una volta note le quantità in volume o in massa dei diversi combustibili fossili e dei rifiuti portati a combustione, le emissioni di anidride carbonica annualmente immesse in atmosfera dalle centrali sono state determinate mediante i fattori di emissione forniti dall'inventario nazionale UNFCCC delle emissioni di CO<sub>2</sub>, elaborato, in osservanza della Direttiva 2004-156-CE [2.14], da APAT, Centro Telematico Nazionale Atmosfera Clima Emissioni [2.15] e dalle stime di Issi. Studio propedeutico al Piano energetico Comunale [2.3] per quanto concerneva alcuni combustibili utilizzati per l'autotrazione.

In tabella 2.6 sono riepilogati i valori di potere calorifico inferiore, fattore di emissione di riferimento, coefficiente di ossidazione (default IPCC), utilizzati per la stima delle emissioni climalteranti.

	Unità di misura usata per esprimere il consumo di combustibile	Fattore di Emissione di riferimento (t <sub>CO2</sub> /unità misura quantità)	Coefficiente di Ossidazione (default IPCC)	pci (di riferimento)	unità di misura pci
Gas naturale	[t <sub>CO2</sub> /MWh] <sup>[14]</sup>	0.200 <sup>[14]</sup>	0.995 <sup>[14]</sup>	9.811 <sup>[14]</sup>	kWh/smc
Gasolio per riscaldamento	[t <sub>CO2</sub> /MWh] <sup>[14]</sup>	0.268 <sup>[14]</sup>	0.990 <sup>[14]</sup>	1.019 <sup>[14]</sup>	tep/t
Kerosene	[t <sub>CO2</sub> /MWh] <sup>[15]</sup>	0.261 <sup>[15]</sup>	0.990 <sup>[14]</sup>	1.040 <sup>[14]</sup>	tep/t
GPL	[t <sub>CO2</sub> /MWh] <sup>[15]</sup>	0.225 <sup>[15]</sup>	0.990 <sup>[14]</sup>	1.102 <sup>[14]</sup>	tep/t
benzine super e verde	[t <sub>CO2</sub> /MWh] <sup>[14]</sup>	0.258 <sup>[14]</sup>	0.990 <sup>[14]</sup>	1.045 <sup>[14]</sup>	tep/t
gasolio autotrazione	[t <sub>CO2</sub> /MWh] <sup>[3]</sup>	0.266 <sup>[3]</sup>	0.990 <sup>[14]</sup>	1.019 <sup>[3]</sup>	tep/t
miscela	[t <sub>CO2</sub> /MWh] <sup>[3]</sup>	0.249 <sup>[3]</sup>	0.990 <sup>[14]</sup>	1.045 <sup>[3]</sup>	tep/t
olio combustibile	[t <sub>CO2</sub> /MWh] <sup>[14]</sup>	0.279 <sup>[14]</sup>	0.990 <sup>[14]</sup>	0.974 <sup>[14]</sup>	tep/t
Carbone	[t <sub>CO2</sub> /MWh] <sup>[14]</sup>	0.341 <sup>[14]</sup>	0.980 <sup>[14]</sup>	0.624 <sup>[14]</sup>	tep/t
Rifiuti	[t <sub>CO2</sub> /MWh] <sup>[14]</sup>	0.176 <sup>[14]</sup>	0.980 <sup>[14]</sup>	0.359 <sup>[14]</sup>	tep/t

[num] riferimento da bibliografia  
 [ - ] stima  
 [ - - ] nessuna fonte disponibile

Tab. 2.6: potere calorifico, fattore di emissione e coefficiente di ossidazione dei diversi combustibili

L'evoluzione del quadro emissivo del settore negli anni dal 1990 al 2006 è di tutto rilievo. L'entrata in esercizio della nuova centrale a cicli combinati, unitamente al *revamping* delle più vecchie stazioni di cogenerazione hanno infatti consentito un notevole sviluppo della rete.

E' così di tutta evidenza che, a fronte di un sostanziale aumento della domanda energetica per l'alimentazione delle centrali, e delle emissioni ad essa correlate, si è assistito, come conseguenza, anche ad una sempre minore diffusione su scala puntuale (singola utenza o condominio) di sistemi energetici alternativi (caldaie, gruppi frigoriferi, *etc.*).

I vantaggi energetici ed ambientali connessi all'adozione di sistemi di teleriscaldamento/teleraffrescamento devono essere così valutati in riferimento a quella che sarebbe stato lo scenario alternativo (*benchmark*) alla crescita e alla diffusione delle reti termovettrici.

In questo scenario l'approvvigionamento di energia termica sarebbe stato in ogni caso garantito dai sistemi tradizionali: caldaie alimentate con combustibili diversi, diffuse in proporzione verosimilmente simile a quella caratterizzante la distribuzione per tipologia di impianto termico in esercizio.

L'energia frigorifera sarebbe invece prodotta mediante l'operare di gruppi frigoriferi tradizionali a compressione. Essendo questi ultimi alimentati da energia elettrica, ne consegue che i benefici devono essere valutati facendo riferimento al minor utilizzo di quest'ultima.

Infine, per quanto riguarda l'energia elettrica, si è considerato che la produzione locale nelle stazioni di cogenerazione, abbia evitato un equivalente prelievo di energia elettrica, prodotta altrove, dalla rete.

In quest'ottica la realizzazione di impianti di cogenerazione appare come un intervento del tutto auspicabile in virtù del fatto che cerca di soddisfare la domanda energetica locale, senza dover ricorrere all'acquisto di energia elettrica che innanzi tutto, essendo prodotta in un luogo diverso, è soggetta a dissipazioni nelle fasi di trasmissione, in seconda istanza finisce per gravare sul bilancio ambientale di altri.

E' altresì realistico che in un mercato energetico ormai di carattere transnazionale, le zone territorialmente più vocate alla produzione o alla distribuzione dell'energia provvedano, almeno in parte, all'approvvigionamento di aree, come la Pianura Padana, più svantaggiate a causa delle scarse potenzialità (giacimenti, fonte solari, fonte eolica), e vulnerabili (per la scarsa dinamica atmosferica) a fronte della realizzazione di centrali.

La valutazione dei benefici della rete di teleriscaldamento/cogenerazione procede quindi attraverso due fasi successive, nella prima delle quali è valutato il minor consumo di energia primaria fossile a fronte del soddisfacimento dei medesimi fabbisogni coperti dalla centrale, nella seconda è valutato invece il decremento di emissioni climalteranti ottenuto grazie alla azione cogenerativa di questi sistemi energetici.

## I BENEFICI ENERGETICI

Occorre innanzi tutto specificare che le analisi che seguono hanno considerato il parco delle sei centrali di cogenerazione/teleriscaldamento di proprietà Enia, in esercizio nel Comune di Reggio Emilia, come un unico grande parco cogenerativo, senza scendere nel dettaglio delle singole realtà impiantistiche. Questo approccio, del tutto coerente con le finalità del Piano, non può essere utilizzato per valutare le prestazioni del singolo impianto (per le quali si rimanda alle specifiche pubblicazioni), se non incorrendo in probabili errori di valutazione.

I rendimenti calcolati considerando le centrali nel loro insieme, sono definiti dai seguenti rapporti [2.16]:

$$\eta_T = \frac{E_T}{E_P} \quad (2.1)$$

$$\eta_E = \frac{E_E}{E_P} \quad (2.2)$$

essendo:

$\eta_T$  il rendimento termico caratteristico del parco di centrali di cogenerazione / teleriscaldamento,  
 $\eta_E$  il rendimento elettrico caratteristico del parco di centrali di cogenerazione / teleriscaldamento,  
 $E_P$  l'energia primaria immessa nel sistema (nei sistemi di cogenerazione),  
 $E_T$  l'energia termica (per riscaldamento) consegnata alle utenze finali dalla rete di teleriscaldamento,  
 $E_E$  la somma dell'energia elettrica prodotta dai sistemi di cogenerazione e di quella risparmiata grazie al teleraffrescamento (minore operare dei *chillers* a compressione).

I risultati sono riassunti in tabella 2.7

Il rendimento elettrico caratteristico dell'intero parco risulta quindi essere, in apparenza, decisamente basso, tanto da risultare inferiore rispetto a quello di impianti cogenerativi a ciclo semplice

di vecchia generazione. In realtà, come è stato anticipato ad inizio paragrafo, tale valore non è adeguato a descrivere singolarmente le prestazioni delle singole centrali attualmente in esercizio, caratterizzate, invece, da elevati rendimenti elettrici, ma risulta essere funzionale alle valutazioni per il calcolo dei benefici energetici ed ambientali integrali connessi all'esercizio dell'intero parco.

La procedura per il calcolo dei benefici energetici presuppone la valutazione dell'indice di risparmio di energia primaria [2.16] definito come.

$$REP = 1 - \frac{E_P}{E_{P,C} + E_{P,E}} \quad (2.3)$$

dove:

$REP$  è l'indice di energia primaria risparmiata,

$E_P$  è l'energia primaria immessa nel sistema (nei sistemi di cogenerazione)

$E_{P,C}$  è l'energia primaria immessa nei sistemi tradizionali alternativi (caldaie) per la conversione in energia termica

$E_{P,E}$  è l'energia primaria immessa nel sistema tradizionale (rete nazionale) per la conversione in energia meccanica/elettrica.

In termini assoluti il risparmio di energia primaria  $R$  può essere semplicemente calcolato con la:

$$R = (E_{P,C} + E_{P,E}) - E_P \quad (2.4)$$

In particolare se la valutazione del termine  $E_{P,C}$  risulta essere particolarmente semplice essendo uguale a:

$$E_{P,C} = \frac{E_T}{\bar{\eta}_T} \quad (2.5)$$

ove:

$E_T$  è l'energia termica (per riscaldamento) consegnata alle utenze finali dalla rete di teleriscaldamento,

$\bar{\eta}_T$  è il rendimento medio di conversione energia chimica combustibile – energia termica all'impianto di riscaldamento caratterizzante il paniere di sistemi impiantistici tradizionali (caldaie) in esercizio nel Comune di Reggio Emilia, assunto uguale a 80%,

occorre valutare con più attenzione il termine  $E_{P,E}$  in quanto i benefici connessi alla trigenerazione, valutati con riferimento ad un minore operare dei *chillers* ad assorbimento, vanno ad influenzare direttamente questo termine:

$$E_{P,E} = \frac{E_E}{\bar{\eta}_E} \quad (2.6)$$

ove:

$E_E$  è la somma dell'energia elettrica prodotta dai sistemi di cogenerazione e di quella risparmiata grazie al teleraffrescamento (minore operare dei *chillers* a compressione).

$\bar{\eta}_E$  è il rendimento medio di conversione energia chimica combustibile – energia elettrica caratterizzante il parco di centrali elettriche nazionali. Il riferimento cautelativamente adottato per questa analisi è il valore del 40 % fornito dalla Delibera n. 296/05 della Autorità per l'Energia Elettrica

e il Gas [2.17] come riferimento “aggiornato all’evoluzione, negli ultimi anni, del rendimento elettrico netto medio del parco termoelettrico nazionale”.

In particolare  $E_E$  può essere quindi così determinato:

$$E_E = E_{el} + \left( \frac{E_C}{COP_{CC}} \right) + \left( \frac{E_{R,T} COP_{AC}}{COP_{CC}} \right) \quad (2.7)$$

dove:

$E_{el}$  è la energia elettrica prodotta in centrale e consegnata alla rete elettrica al netto degli autoconsumi,  
 $E_C$  è l’energia frigorifera (acqua refrigerata) misurata alla consegna alle utenze, al netto delle perdite della rete, ma prodotta in centrale, da gruppi frigoriferi ad assorbimento sfruttando il cascame entalpico dal condensatore o i recuperi termici,

$E_{R,T}$  è l’energia termica (acqua calda) misurata alla consegna alle utenze, al netto delle perdite della rete, utilizzata per alimentare i gruppi frigoriferi ad assorbimento in esercizio direttamente presso le utenze.

$COP_{CC}$  coefficiente di performance medio (assunto pari a 3) dei gruppi frigoriferi a compressione il cui funzionamento è surrogato dalla trigenerazione consentita dalle centrali

$COP_{AC}$  coefficiente di performance medio (assunto pari a 0.7) dei gruppi frigoriferi di assorbimento in esercizio presso le utenze

Occorreva quindi individuare una procedura per potere allocare i benefici ottenuti in relazione alle diverse forme di energia consegnata alle utenze con l’impianto di cogenerazione.

L’allocazione delle emissioni ai due prodotti della cogenerazione, energia termica ed energia elettrica, è stata effettuata sviluppando una analisi exergetica, o di secondo principio[2.16].

I principi che stanno alla base di tale analisi prevedono di valutare l’exergia immessa nel processo, in prima approssimazione eguale all’energia chimica del combustibile, l’exergia associata all’energia elettrica resa assumendo questa pari alla stessa energia elettrica, l’exergia associata all’energia termica resa in relazione al livello di temperatura a cui essa è disponibile mediante il coefficiente di Carnot  $\tau$ :

$$\tau = 1 - \frac{T_{AMB}}{T_{MU}} \quad (2.8)$$

ove:

$T_{AMB}$  è la temperatura ambiente, assunta pari a 293 gradi Kelvin

$T_{MU}$  è la temperatura media logaritmica dell’utenza termica, assunta pari a 373 gradi Kelvin (ipotizzando quindi che il calore prodotto negli impianti di cogenerazione sia utilizzato soltanto nel teleriscaldamento, non nei processi industriali).

I coefficienti di allocazione, da utilizzare per attribuire il giusto peso alle diverse forme di energia nelle valutazioni dei benefici energetici ed ambientali, possono essere quindi determinati secondo le seguenti relazioni [2.4, 2.16]:

coefficiente di allocazione elettrica:

$$\alpha_E = \frac{\eta_E}{(\eta_E + \tau \cdot \eta_T)} = \frac{\eta_E}{\left( \eta_E + \left( 1 - \frac{T_{AMB}}{T_{MU}} \right) \cdot \eta_T \right)} \quad (2.9)$$

coefficiente di allocazione termica:

$$\alpha_T = 1 - \alpha_E \quad (2.10)$$

I coefficienti così determinati (tabella 2.5), rappresentando un riferimento per l'intero parco dei sei impianti di cogenerazione/teleriscaldamento, sono evidentemente influenzati dalla presenza di centrali non cogenerative (via Sardegna e via Terrachini).

Questo aspetto può spiegare i bassi valori associati ai coefficienti di allocazione exergetica per l'energia elettrica fino al 2004, anno in cui, a seguito dell'entrata in esercizio della centrale a cicli combinati, la situazione si è completamente invertita.

Una volta noto il risparmio di energia primaria  $R$  ottenuto grazie all'esercizio del parco delle sei centrali, i benefici energetici associabili rispettivamente alla produzione di energia elettrica e di energia termica, sono stati determinati, anno per anno, moltiplicando il primo valore per i coefficienti di allocazione elettrica e termica. I risultati, mostrati in tabella 2.5 mostrano i grandi vantaggi conseguiti con il risparmio energetico connesso alla cogenerazione.

## I BENEFICI AMBIENTALI (EMISSIONI CLIMALTERANTI)

Nell'analisi dei benefici ambientali occorre distinguere in due tipologie di benefici connessi all'operare del parco cogenerativo:

- \_ i benefici connessi alle minori emissioni specifiche
- \_ i benefici connessi alla produzione e distribuzione locale dell'energia elettrica e termica.

E' del tutto evidente che la produzione di energia elettrica e termica utilizzando sistemi ad alta efficienza porta, quasi sempre, a una limitazione anche delle emissioni specifiche.

Una volta individuati gli impianti costituenti il *benchmark* di riferimento, ancora una volta il paniere delle centrali termiche caratteristico del Comune di Reggio Emilia e la rete elettrica, si è proceduto alla valutazione delle rispettive emissioni specifiche.

Per le caldaie si è fatto riferimento al mix di centrali termiche operanti nel Comune (i dati relativi sono presentati nel prossimo paragrafo), e al combustibile destinato alla loro alimentazione, determinando, sempre con riferimento ai fattori di emissione e ai coefficienti di ossidazione presentati in tabella 2.6 le rispettive emissioni specifiche.

Per la valutazione delle emissioni specifiche associate alla produzione di energia elettrica si è fatto riferimento ai valori forniti da una pubblicazione del settore [2.18], procedendo alla stima dei dati mancanti.

I benefici sono stati così determinati, anno per anno, come differenza tra le emissioni fatte registrare complessivamente dagli impianti di cogenerazione/teleriscaldamento moltiplicati per il rispettivo fattore di allocazione e le emissioni che si sarebbero altrimenti prodotte se equivalenti

quantitativi di energia elettrica e termica fossero stati forniti da impianti tradizionali o dalla rete (tab. 2.7); i valori negativi in tabella rappresentano benefici.

Le formule utilizzate per il calcolo sono le seguenti:

$$\Delta_E = \alpha_E \left[ (V_{CH_4} \cdot p.c.i._{CH_4} \cdot f_{CH_4} \cdot o_{CH_4}) + \left( \sum_i m_i \cdot p.c.i._i \cdot f_i \cdot o_i \right) \right] - \left( E_{el} + \left( \frac{E_C}{COP_{CC}} \right) + \left( \frac{E_{R,T} COP_{AC}}{COP_{CC}} \right) \right) f_e \quad (2.11)$$

$$\Delta_T = \alpha_T \left[ (V_{CH_4} \cdot p.c.i._{CH_4} \cdot f_{CH_4} \cdot o_{CH_4}) + \left( \sum_i m_i \cdot p.c.i._i \cdot f_i \cdot o_i \right) \right] - (E_T) f_T \quad (2.12)$$

ove, oltre ai simboli già precedentemente illustrati,

$\Delta_E$  è il beneficio connesso alle minori emissioni specifiche per la quota dell'energia elettrica.

$\Delta_T$  è il beneficio connesso alle minori emissioni specifiche per la quota dell'energia termica.

$V_{CH_4}$  è il volume di gas naturale utilizzato per alimentare le centrali del parco di cogenerazione

$m$  è la massa dell' *i-esimo* combustibile utilizzato per alimentare gli impianti di cogenerazione *i* e l' *i-esimo* combustibile utilizzato per alimentare gli impianti di cogenerazione (RSU, gasolio e carbone negli anni novanta)

$p.c.i.$  è il potere calorifico dell' *i-esimo* combustibile utilizzato per alimentare gli impianti di cogenerazione (tab. 2.6),

$f$  è il fattore di emissione relativo all' *i-esimo* combustibile utilizzato per alimentare gli impianti di cogenerazione (tab. 2.6),

$o$  è il coefficiente di ossidazione relativo all' *i-esimo* combustibile utilizzato per alimentare gli impianti di cogenerazione (tab. 2.6),

$f_e$  è il fattore di emissione *di benchmark* relativo alla produzione di energia elettrica determinato come da letteratura [2.18],

$f_T$  è il fattore di emissione *di benchmark* relativo alla produzione di energia termica determinato come da letteratura [2.18].

I così detti benefici connessi alla produzione locale di energia, in realtà non sono a rigore dei veri e propri benefici. Volendo infatti trascurare il fatto che l'utilizzo locale e il mancato vettoramento dell'energia porta benefici in quanto limita le dissipazioni connesse al suo trasporto e, eventualmente, alla sua trasformazione, fenomeni peraltro di cui si è già tenuto conto nell'acquisizione dei dati dal censimento, la opportunità di introdurre anche questa seconda componente discende dalla necessità di non considerare due volte le emissioni associate alla consegna dell'energia termica alle utenze allacciate alla rete di teleriscaldamento. Si è inoltre ipotizzato che l'energia elettrica prodotta con le centrali sia consumata localmente (per ipotesi nel settore civile).

La detrazione di queste quote emissive consente così di evitare doppi conteggi essendo le stesse emissioni già associate al settore civile.

Questi benefici (tabella 2.6) sono stati determinati semplicemente moltiplicando l'energia termica e l'energia elettrica prodotta con il parco cogenerativo per i rispettivi fattori di emissione relativi allo scenario di *benchmark*.

Anche in questo caso i valori negativi rappresentano i benefici.

Osservando i risultati della tabella 2.6, si può osservare che fino al 2004, apparentemente, nessun beneficio connesso alle minori emissioni specifiche derivava dall'esercizio delle centrali di cogenerazione. In realtà, questa conclusione ingannevole, legata soltanto alla procedura adottata dei

coefficienti di allocazione, è presto chiarita se si considerano anche i vantaggi connessi all'utilizzo locale dell'energia.

In conclusione, la figura 2.4 ben illustra il ruolo trainante che caratterizza il settore della trasformazione energetica in vista del raggiungimento degli obiettivi di Kyoto. Proprio in virtù dei grandi benefici prima illustrati il settore può già oggi sostenere la sua quota parte dell'obiettivo contribuendo sensibilmente anche al bilancio dell'intero Comune.

Emissioni Climalteranti [CO <sub>2</sub> ]		1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
Combustibile		[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Gas Naturale		15,9 <sup>[a]</sup>	30,1 <sup>[a]</sup>	32,2 <sup>[a]</sup>	36,2 <sup>[a]</sup>	45,1 <sup>[a]</sup>	91,9 <sup>[a]</sup>	102,5 <sup>[a]</sup>	100,1 <sup>[a]</sup>	110,1 <sup>[a]</sup>	112,8 <sup>[a]</sup>	201,9 <sup>[a]</sup>	237,9 <sup>[a]</sup>	239,4 <sup>[a]</sup>	227,7 <sup>[a]</sup>	255,5 <sup>[a]</sup>	264,4 <sup>[a]</sup>	273,4 <sup>[a]</sup>	273,4 <sup>[a]</sup>	273,4 <sup>[a]</sup>	273,4 <sup>[a]</sup>	273,4 <sup>[a]</sup>
Carbone		26,0 <sup>[a]</sup>	43,4 <sup>[a]</sup>	52,4 <sup>[a]</sup>	50,7 <sup>[a]</sup>	45,1 <sup>[a]</sup>	16,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>
Gasolio		1,8 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>
Rifiuti		32,7 <sup>[a]</sup>	29,2 <sup>[a]</sup>	35,4 <sup>[a]</sup>	32,7 <sup>[a]</sup>	38,3 <sup>[a]</sup>	42,4 <sup>[a]</sup>	43,0 <sup>[a]</sup>	36,6 <sup>[a]</sup>	8,4 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	0,0 <sup>[a]</sup>	14,9 <sup>[a]</sup>	30,3 <sup>[a]</sup>	37,5 <sup>[a]</sup>	37,5 <sup>[a]</sup>	37,5 <sup>[a]</sup>	37,5 <sup>[a]</sup>	37,5 <sup>[a]</sup>	37,5 <sup>[a]</sup>	37,5 <sup>[a]</sup>	37,5 <sup>[a]</sup>
<b>Totale</b>		<b>76,4</b>	<b>102,6</b>	<b>120,0</b>	<b>119,6</b>	<b>128,5</b>	<b>150,4</b>	<b>145,5</b>	<b>136,7</b>	<b>118,5</b>	<b>112,8</b>	<b>201,9</b>	<b>252,9</b>	<b>269,7</b>	<b>265,2</b>	<b>293,0</b>	<b>301,9</b>	<b>310,9</b>	<b>273,4</b>	<b>273,4</b>	<b>273,4</b>	<b>273,4</b>
Benefici da Cogenerazione/Elettrico [g]		16,5	28,4	25,6	33,3	31,6	42,5	40,6	33,5	25,3	20,4	14,5	-3,5	9,4	14,1	14,2	13,6	13,0	18,7	-18,7	-18,7	-18,7
Benefici da Cogenerazione/Termico [g]		21,8	10,8	7,3	10,8	13,1	15,7	7,2	17,6	-7,7	-3,3	-29,7	-36,7	-31,3	-29,2	-34,3	-35,7	-37,1	-43,0	-43,0	-43,0	-43,0
Produzione Locale Energia Elettrica [h]		-8,7	-22,2	-25,4	-27,5	-26,9	-30,7	-35,9	-22,4	-38,9	-23,7	-140,1	-210,5	-216,2	-207,7	-228,3	-236,3	-244,3	-244,3	-244,3	-244,3	-244,3
Produzione Locale Energia Termica [i]		-29,3	-40,0	-60,5	-46,4	-55,3	-60,0	-60,2	-61,5	-60,3	-69,2	-72,9	-78,0	-71,4	-68,6	-79,9	-82,7	-85,5	-85,5	-85,5	-85,5	-85,5
<b>Totale</b>		<b>0,3</b>	<b>-23,0</b>	<b>-53,0</b>	<b>-29,8</b>	<b>-37,5</b>	<b>-32,5</b>	<b>-48,3</b>	<b>-32,9</b>	<b>-81,6</b>	<b>-75,7</b>	<b>-228,2</b>	<b>-328,7</b>	<b>-309,5</b>	<b>-291,4</b>	<b>-328,4</b>	<b>-341,2</b>	<b>-354,0</b>	<b>-391,5</b>	<b>-391,5</b>	<b>-391,5</b>	<b>-391,5</b>

[ - ] stima

[ - - ] nessuna fonte disponibile

[g] tiene conto delle emissioni evitate

[h] evita di considerare due volte le emissioni associate alla produzione di energia elettrica: l'elettricità prodotta dalle centrali locali viene versamente consumata dalle utenze del Comune di Reggio Emilia, l'incidenza di questa quota di emissioni

[i] evita di considerare due volte le emissioni associate alla produzione di energia termica: l'energia termica per riscaldamento prodotta dalle centrali locali viene consumata dalle utenze del Comune di Reggio Emilia, l'incidenza di questa quota di emissioni

Tab. 2.7: inventario emissioni climalteranti trasformazione energia elettrica (procedura bottom - up)



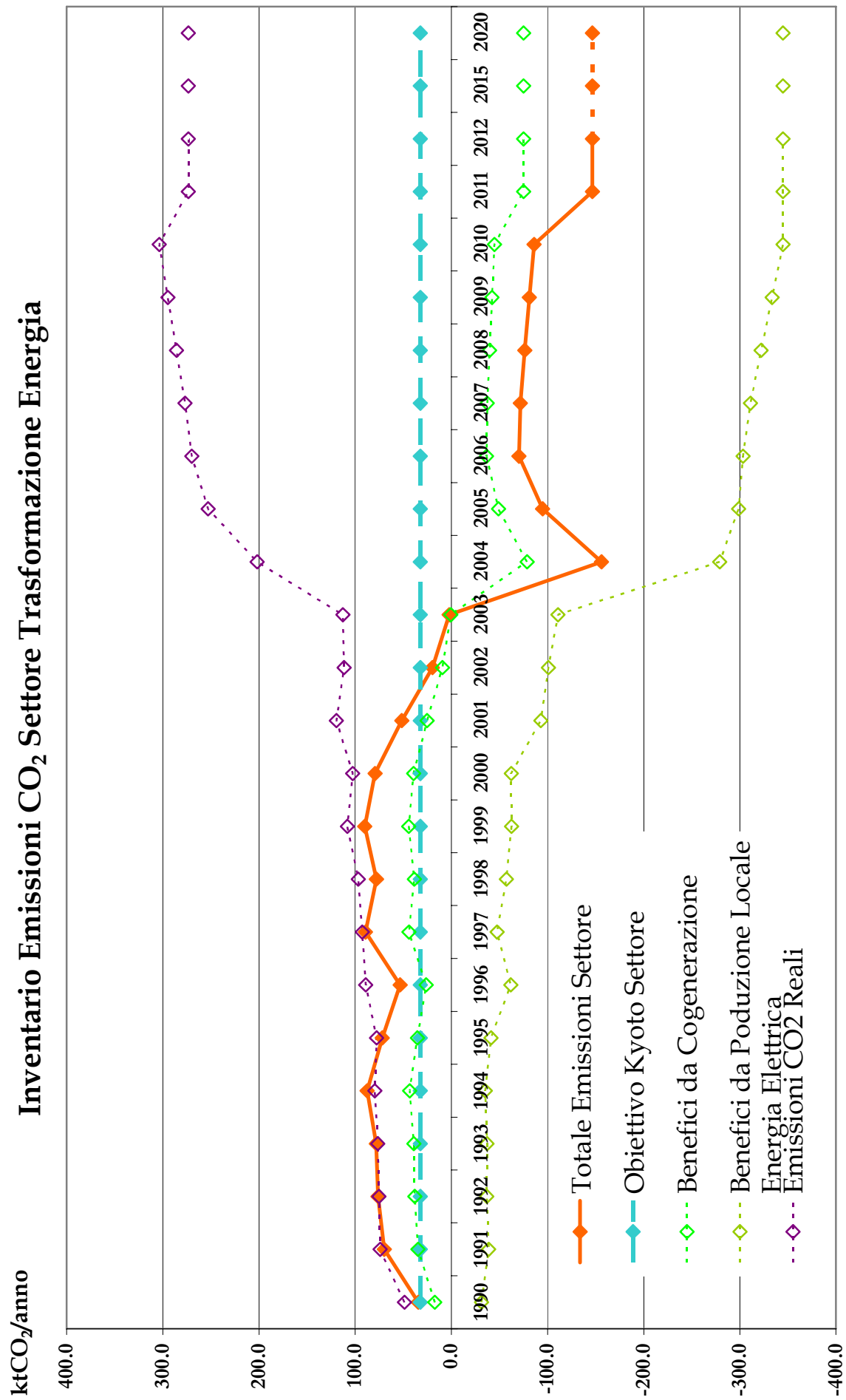


Fig. 2.4: il settore della trasformazione dell'energia e l'obiettivo Kyoto

## 2.4 SETTORE CIVILE (RESIDENZIALE E TERZIARIO)

Le Comunicazioni Enìa [2.6] hanno rappresentato il principale riferimento utile alla definizione del bilancio energetico del settore fornendo informazioni sulle forniture di gas naturale relativamente alle annate 2001-2006, per gli usi domestici (cottura cibi e acqua sanitaria), il riscaldamento delle abitazioni (promiscuo, riscaldamento individuale, riscaldamento centralizzato), il riscaldamento della categoria affari (riscaldamento non domestico, Enti<sup>1</sup>, e autoconsumi). Lo Studio propedeutico al Piano Energetico comunale di Reggio Emilia [2.3], ha fornito, in via indiretta, gli stessi dati in relazione alle annate 1995-2000 (dati trasmessi da AGAC, oggi Enìa). Lo stesso documento ha presentato i dati relativi alla domanda di energia elettrica delle utenze domestiche e delle altre utenze<sup>2</sup>, con impegno di potenza inferiore a 30 kW, per le annate 1995-2000 (dati trasmessi da ENEL). ENEL non ha fornito alcun dato in relazione alle annate successive al 2001.

Altri importanti riferimenti utilizzati per la stima della domanda energetica del settore sono stati i Bilanci Ambientali di Previsione/Consuntivi, che il Comune di Reggio Emilia [2.7-2.12] elabora con cadenza annuale. Le informazioni presentate in questi documenti hanno infatti consentito di valutare, seppure in via indiretta, l'andamento della domanda energetica nelle annualità di cui non si disponeva di dati ufficiali.

In particolare è stato possibile ricostruire i valori integrali del fabbisogno di energia elettrica del settore, nota la popolazione residente nel Comune di Reggio Emilia (determinata in base ai dati dei censimenti ISTAT e ai rapporti dell'Ufficio Anagrafe Comunale), e i consumi elettrici medi annui pro capite caratteristici degli usi domestici.

Sfortunatamente, per le annate successive al 2000, nessuna fonte era disponibile a riguardo dei fabbisogni di energia elettrica per gli altri usi, non domestici, caratterizzati da impegno di potenza inferiore ai 30 kW. Questi ultimi sono stati perciò stimati assumendo, per ipotesi, un loro aumento annuo del 3.2 %, in linea con quanto previsto dal rapporto di Ambiente Italia sull'inquadramento ambientale ed energetico della nuova centrale turbogas da 55 MWe del Comune di Reggio Emilia [2.4].

Passando alle stime dei fabbisogni di gas naturale, i dati forniti dalle diverse fonti [2.6] e [2.7-2.12], benché presentati secondo modalità disomogenee, una volta adeguatamente corretti, hanno mostrato congruenze del tutto soddisfacenti.

Per l'analisi energetiche delle utenze allacciate al teleriscaldamento si deve fare riferimento alle procedure illustrate nel precedente paragrafo.

Il fabbisogno di energia primaria connesso al soddisfacimento della domanda termica di queste utenze e le emissioni climateranti ad esso correlate, sono state attribuite alle utenze del settore civile, coerentemente con la scelta di detrarre le equivalenti quantità dal bilancio e dal quadro emissivo del settore di trasformazione dell'energia, evitando così un doppio conteggio delle stesse grandezze.

Sebbene sia dimostrato che l'utilizzo di altri combustibili nel settore civile sia abbastanza marginale, si è scelto di condurre una ulteriore indagine di conferma, considerando le stime fornite dalla Relazione stilata da Comune di Reggio Emilia, Provincia di Reggio Emilia ed Enìa [2.19] sullo stato degli edifici e

---

<sup>1</sup> Dal valore dei fabbisogni associato alla categoria "Enti" è stato sottratta la quota relativa alla pubblica Amministrazione Comunale a cui è successivamente dedicato un paragrafo specifico.

<sup>2</sup> Analogamente a quanto fatto nella stima dei fabbisogni di gas naturale della categoria di utenze classificate come "Enti" (vedere nota precedente), anche nel calcolo della domanda di energia elettrica associata alle utenze del settore civile (residenziale e terziario) si è detratta parte della domanda di energia elettrica della Pubblica Amministrazione. In particolare, dalla categoria di utenze elettriche denominata: "altri usi con potenza impegnata minore di 30 kW", al fine di evitare un doppio conteggio nel bilancio energetico, si è detratta una quota pari ai consumi di elettricità per consumi vari e i consumi flotta veicoli elettrici, già conteggiati nel paragrafo dedicato alla Pubblica Amministrazione Comunale. Diversamente, non sono stati detratti i consumi associati alla illuminazione pubblica, che compaiono, come voce disaggregata, tra gli usi finali del successivo paragrafo 2.8

delle abitazioni nel Comune di Reggio Emilia al fine di determinarne il potenziale in termini di vendita delle quote di CO<sub>2</sub>.

Questo documento raccoglie informazioni su scala più vasta (Provincia), ricostruendo un mix di utenze caratteristico del territorio reggiano. Lo studio ipotizza, ragionevolmente, di utilizzare il medesimo mix anche in riferimento al Comune, in virtù della discreta omogeneità di utenze tra capoluogo e il resto del territorio provinciale (questo nonostante una maggiore propensione di certe utenze delle zone collinari e montane della Provincia ad utilizzare gasolio e/o legna da ardere per soddisfare i fabbisogni termici). In base a questo mix caratteristico, il consumo di gas naturale considerando il solo Capoluogo dovrebbe raggiungere gli ottanta milioni di standard metri cubi. Poiché tale valore corrisponde alla domanda di combustibile gassoso effettivamente registrata nel corso del 2006, è stata ritenuta ragionevole l'assunzione che anche i dati relativi agli altri combustibili (gasolio e GPL), potessero rappresentare stime attendibili dei consumi per lo stesso 2006.

In accordo con i dati i quest'annata, considerando anche il diverso potere calorifico dei combustibili, si è assunto che il 60 % delle utenze classificate come "altro" fosse alimentata a gasolio, mentre il restante 40 % a GPL.

Al fine di determinare l'evoluzione delle emissioni climalteranti associate a queste tipologie di utenze nell'ambito dei vincoli imposti dal Protocollo di Kyoto, è necessario stimare l'entità della domanda energetica legata a gasolio e GPL in riferimento al 1990. Per fare questo si deve inizialmente osservare che, come già anticipato, le utenze civili servite da reti energetiche diverse dal gas naturale stanno progressivamente esaurendosi. A questo riguardo, lo Studio propedeutico al Piano energetico Comunale di Reggio Emilia [2.3] fornisce dati che sinteticamente ben descrivono questo *trend* decrescente: si nota infatti "un chiaro declino delle utenze classificate come altro, cioè quelle che non sono allacciate alla rete di teleriscaldamento e non consumano metano; esse sono infatti scese, in termini assoluti, dalle 5971 del 1990 alle 1293 del 2000 e, in termini relativi, dall'11,40 % delle utenze totali nel 1990 al 2,05 % del 2000".

Il numero delle utenze alimentate da combustibili diversi da gas naturale, nelle annate successive al 2000, è stato calcolato il linea con questo *trend* a decrescita regolare già evidente peraltro nelle annate successive al 1995. Stimato il numero di utenze servite da reti energetiche diverse dal gas naturale, è stato così possibile determinare il consumo medio di queste tipologie di utenze, a gasolio e a GPL, nei diversi anni, fino al 2006, avendo posto fisse le proporzioni di utenze fornite dai due diversi combustibili secondo le quote precedentemente determinate con riferimento al 2006.

Una volta calcolati i due fabbisogni caratteristici, noti o stimati i gradi giorno misurati nelle diverse annate, è stato possibile determinare i volumi di consumo dei due combustibili con riferimento al singolo utilizzatore finale e, noto il numero complessivo delle utenze, all'intero territorio comunale per tutti gli anni compresi dal 1990 al 2006.

Noto il bilancio energetico del settore, il relativo quadro emissivo è stato determinato facendo ancora una volta riferimento per i combustibili all'inventario nazionale UNFCCC delle emissioni di CO<sub>2</sub>, da Direttiva 2004-156-CE [2.14], e dalla banca dati di APAT, Centro Telematico Nazionale Atmosfera Clima Emissioni [2.15], mentre, per quel che concerne l'energia elettrica, a riferimenti di letteratura [2.18].

Le tabelle 2.8 e 2.9 riportano rispettivamente il bilancio energetico e il quadro delle emissioni climalteranti del settore.

In tabella 2.8, nella valutazione della energia primaria associata ai consumi elettrici, all'atto di sommare i diversi contributi disaggregati, rendendo così omogenei i diversi termini, si è fatto riferimento al rendimento elettrico medio del parco termoelettrico italiano pari al 40%, come da indicazioni AEEG Delibera n. 296/05 [2.17].

La figura 2.5 testimonia come il settore civile, responsabile di un terzo delle emissioni complessive, si mantenga piuttosto stabile, comunque sempre al di sopra dell'obiettivo Kyoto.

In particolare, negli ultimi anni, a fronte di una leggera flessione dei consumi di energia termica si è assistito ad una crescente domanda di energia elettrica, legata, tra le altre cause, ad una sempre maggiore diffusione di dispositivi per la climatizzazione estiva.

Anche alla luce di questo dato appare sempre più auspicabile che a livello di normativa nazionale sull'efficienza energetica degli edifici, si superi quanto prima l'attuale impostazione basata principalmente sul ricorso all'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale per giungere ad un più veritiero indice di prestazione energetica calcolato sul consumo annuale di energia primaria per climatizzazione invernale ed estiva.

**Domanda Energetica Settore Civile**

**Energia Elettrica**

Elettricità Usi Domestici

Elettricità Altri Usi con p.i. fino a 30 kW

**Energia Termica**

Uso domestico(cottura cibi e acqua calda)

Riscaldamento (gas)

Riscaldamento Terziario (gas)

Teleriscaldamento Privati (gas)

Riscaldamento (altri combustibili)

**Totale \***

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
(GWh)																					
116,1 [-]	132,6 [3]	136,8 [3]	139,7 [3]	144,8 [3]	145,4 [3]	150,2 [3]	158,9 [3]	155,8 [3]	162,9 [3]	167,5 [3]	164,5 [3]	164,5 [3]	168,1 [-]	171,8 [-]	175,6 [-]	179,5 [-]	183,4 [-]	187,4 [-]	191,6 [-]	204,5 [-]	228,0 [-]
58,2 [-]	79,2 [3]	80,6 [3]	82,2 [3]	84,5 [3]	85,7 [3]	93,8 [3]	96,8 [3]	99,9 [-]	103,1 [-]	106,4 [-]	109,8 [-]	113,3 [-]	113,3 [-]	116,9 [-]	120,6 [-]	124,5 [-]	128,5 [-]	132,6 [-]	136,8 [-]	150,4 [-]	176,0 [-]
(GWh)																					
29,8 [3]	25,8 [3]	25,0 [3]	23,9 [3]	22,7 [3]	23,4 [3]	22,6 [3]	17,0 [6]	31,0 [6]	18,9 [6]	20,9 [6]	20,9 [6]	20,9 [6]	20,6 [6]	20,5 [-]	20,2 [-]	19,9 [-]	19,6 [-]	19,3 [-]	19,0 [-]	18,1 [-]	16,6 [-]
680,7 [3]	704,2 [3]	758,2 [3]	649,8 [3]	670,9 [3]	745,8 [3]	734,4 [3]	606,7 [6]	581,4 [6]	634,5 [6]	751,1 [6]	739,1 [6]	739,1 [6]	791,9 [6]	771,8 [6]	681,6 [-]	667,7 [-]	653,8 [-]	640,0 [-]	626,1 [-]	584,5 [-]	515,1 [-]
192,0 [3]	175,6 [3]	213,8 [3]	178,5 [3]	205,7 [3]	230,9 [3]	231,6 [3]	256,2 [6]	300,0 [6]	324,2 [6]	258,2 [6]	216,2 [6]	207,8 [6]	207,8 [6]	252,6 [-]	253,8 [-]	255,1 [-]	256,4 [-]	257,6 [-]	258,9 [-]	262,6 [-]	268,9 [-]
127,5 [-]	182,8 [-]	283,8 [-]	207,5 [-]	246,6 [-]	266,6 [-]	268,1 [-]	252,7 [-]	293,2 [-]	331,3 [-]	327,6 [-]	349,5 [-]	309,4 [-]	309,4 [-]	335,8 [-]	347,2 [-]	358,7 [-]	370,1 [-]	370,1 [-]	370,1 [-]	370,1 [-]	370,1 [-]
1,4 [3]	0,6 [-]	0,4 [-]	0,3 [-]	0,3 [-]	0,3 [-]	0,3 [-]	0,4 [-]	0,4 [-]	0,4 [-]	0,4 [-]	0,4 [-]	0,4 [-]	0,3 [9]	0,3 [-]	0,3 [-]	0,3 [-]	0,3 [-]	0,3 [-]	0,3 [-]	0,2 [-]	0,2 [-]
(GWh)																					
1467,2	1618,6	1824,9	1615,0	1719,4	1844,5	1867,0	1772,1	1845,2	1974,2	2042,9	2011,8	2033,5	2102,7	2043,7	2061,6	2079,9	2087,4	2095,4	2122,8	2181,0	

[num] riferimento da bibliografia

[-] stima

[ - ] nessuna fonte disponibile

\* nella valutazione della energia primaria associata ai consumi elettrici si è fatto riferimento ad un rendimento elettrico medio del 40% come da AEEG delibera n. 296/05

Tab. 2.8: bilancio energetico settore civile (procedura bottom - up)

**Emissioni Climateranti [CO<sub>2</sub>]**

**Energia Elettrica**

Elettricità Usi Domestici

Elettricità Altri Usi con p.i. fino a 30 kW

**Energia Termica**

Uso domestico(cottura cibi e acqua calda)

Riscaldamento (gas)

Riscaldamento Terziario (gas)

Teleriscaldamento Privati (gas)

Riscaldamento (altri combustibili)

**Totale**

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
[ktCO <sub>2</sub> ]																					
65,5 [-]	70,8 [3]	72,5 [3]	74,6 [3]	79,1 [3]	73,6 [3]	75,1 [3]	75,1 [3]	79,5 [3]	77,9 [3]	81,4 [3]	83,8 [3]	82,3 [3]	84,1 [3]	85,9 [3]	87,8 [3]	89,7 [3]	91,7 [3]	93,7 [3]	95,8 [3]	102,2 [3]	114,0 [3]
32,8 [-]	42,3 [3]	42,7 [3]	43,9 [3]	46,1 [3]	43,3 [3]	46,9 [3]	46,9 [3]	48,4 [3]	49,9 [3]	51,5 [3]	53,2 [3]	54,9 [3]	56,6 [3]	58,4 [3]	60,3 [3]	62,2 [3]	64,2 [3]	66,3 [3]	68,4 [3]	75,2 [3]	88,0 [3]
[ktCO <sub>2</sub> ]																					
5,9 [3]	5,1 [3]	5,0 [3]	4,8 [3]	4,5 [3]	4,7 [3]	4,5 [3]	3,4 [6]	3,4 [6]	6,2 [6]	3,8 [6]	4,2 [6]	4,2 [6]	4,1 [6]	4,1 [6]	4,0 [-]	4,0 [-]	3,9 [-]	3,8 [-]	3,8 [-]	3,6 [-]	3,3 [-]
135,7 [3]	140,4 [3]	151,1 [3]	129,5 [3]	133,7 [3]	148,7 [3]	146,4 [3]	120,9 [6]	120,9 [6]	115,9 [6]	126,5 [6]	149,7 [6]	147,3 [6]	157,8 [6]	153,8 [6]	135,9 [-]	133,1 [-]	130,3 [-]	127,6 [-]	124,8 [-]	116,5 [-]	102,7 [-]
38,3 [3]	35,0 [3]	42,6 [3]	35,6 [3]	41,0 [3]	46,0 [3]	46,2 [3]	51,1 [6]	59,8 [6]	64,6 [6]	51,5 [6]	43,1 [6]	41,4 [6]	41,4 [6]	50,3 [6]	50,6 [6]	50,8 [6]	51,1 [6]	51,4 [6]	51,6 [6]	52,4 [6]	53,6 [6]
25,4 [-]	36,4 [-]	56,6 [-]	41,4 [-]	49,2 [-]	53,1 [-]	53,4 [-]	50,4 [-]	50,4 [-]	58,4 [-]	66,1 [-]	65,3 [-]	69,7 [-]	61,7 [-]	66,9 [-]	69,2 [-]	71,5 [-]	73,8 [-]	73,8 [-]	73,8 [-]	73,8 [-]	73,8 [-]
0,4 [3]	0,2 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [3]	0,1 [3]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,0 [-]
[ktCO <sub>2</sub> ]																					
304,0	330,2	370,7	329,8	353,7	369,5	372,6	353,7	353,7	368,2	394,0	407,7	401,5	405,8	419,6	407,9	411,5	415,1	416,6	418,2	423,7	435,4

[num] riferimento da bibliografia

[-] stima

[ - ] nessuna fonte disponibile

Tab. 2.9: inventario emissioni climateranti settore civile (procedura bottom - up)

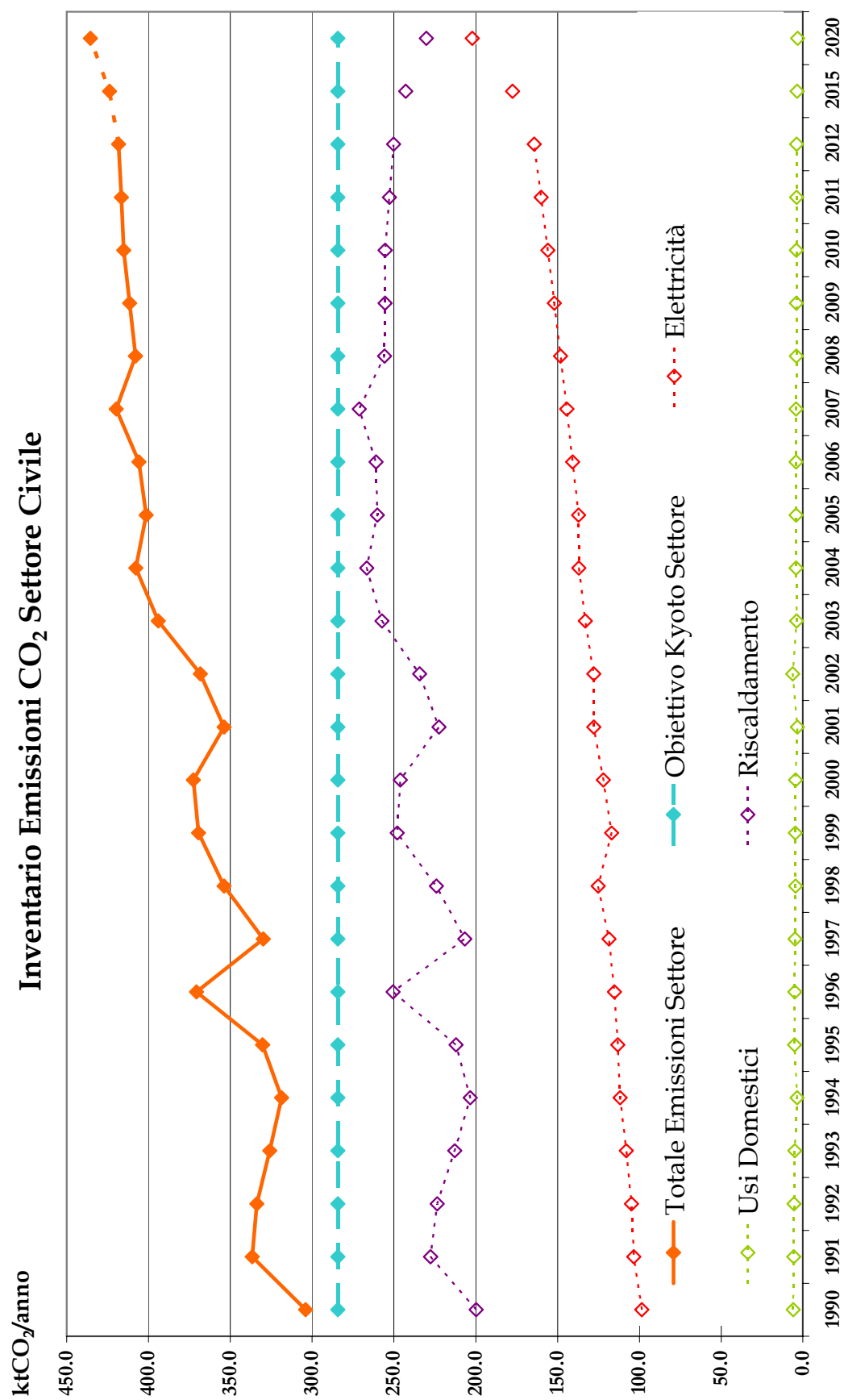


Fig. 2.5: il settore civile e l'obiettivo Kyoto

## 2.5 SETTORE INDUSTRIALE

I riferimenti principali, utilizzati per stilare il bilancio energetico del settore industriale, sono stati le Comunicazioni di Enìa [2.6], e lo Studio Propedeutico al Piano energetico comunale di Reggio Emilia [2.3]. Le prime hanno fornito i dati relativi alle forniture di gas naturale per usi tecnologici (uso tecnologico, deroghe, usi piccola industria), il secondo, in via indiretta, ha presentato, per le annate 1995-2000, i dati relativi alle forniture di gas naturale per usi tecnologici, (dati trasmessi da AGAC, oggi Enìa), e alle forniture di energia elettrica per grandi utenze (caratterizzate da impegno di potenza superiore ai 30 kW), per le annate.

Anche in questo caso ENEL non ha trasmesso alcun dato.

Altri importanti dati storici sui consumi di gas naturale ed energia elettrica sono stati desunti dai Bilanci Ambientali di Previsione e Consuntivi del Comune di Reggio Emilia [2.7-2.12] per le annate 2000-2004.

Negli anni successivi alla liberalizzazione del mercato elettrico, introdotta dal Decreto Legislativo n. 79/99, diverse utenze hanno cambiato *energy providers*. Questa tendenza si è ulteriormente accentuata a partire dal 2003, quando la soglia per la qualifica di cliente idoneo, ammesso cioè ad acquistare energia elettrica dal libero mercato, è scesa al consumo di 100.000 kWh all'anno. In questi anni, le stime sulle forniture ENEL, reperiti oltretutto in via indiretta [2.7-2.12] non sono state più idonee a fornire un quadro esaustivo della situazione di un settore in cui operavano ormai una molteplicità di soggetti.

Per ovviare alla carenza di dati, sono stati contattati i consorzi di acquisto industriali che operano per conto di Assindustria e API. Essi hanno fornito informazioni esaustive sui volumi di acquisto di gas naturale e di energia elettrica dei gruppi di utilizzatori finali da loro coordinati.

Queste comunicazioni [2.20-2.21] hanno consentito di ricostruire il profilo della domanda energetica delle utenze industriali in modo rigoroso almeno nelle ultime annate (2005 e 2006).

I consumi di energia elettrica dal 2005 in poi, sono stati invece stimati applicando l'incremento medio mostrato negli ultimi anni dalle utenze del settore, come riportato dal Piano Energetico Regionale 2007 [2.1], incremento superiore al 2 % annuo.

Nella redazione del bilancio energetico del settore (tabella 2.10), i consumi di energia elettrica sono stati resi omogenei a quelli di energia primaria dividendo i primi per un coefficiente pari al rendimento medio del parco termoelettrico italiano come da indicazioni della AEEG Delibera n. 296/05 [2.17].

Non è stato possibile recuperare informazioni relativi agli altri fornitori di energia elettrica e/o termica agenti sul territorio.

L'unico altro dato a disposizione era relativo alle quantità di gas naturale consegnate da SNAM nella Provincia di Reggio Emilia nel 1997 [2.2]: 498 milioni di metri cubi.

Per calcolare il volume di gas consegnato nel Comune di Reggio Emilia si è così applicato il criterio demografico precedentemente definito in riferimento al coefficiente di correzione Comune – Provincia. Introdotto infatti un fattore di proporzionalità, costruito sul rapporto tra la popolazione del Comune e quella della Provincia, pari nel 1997 a 0,317, si ottiene una stima di 158 milioni di metri cubi di gas naturale distribuito da SNAM alle utenze del Comune di Reggio Emilia.

Noto da letteratura [2.3, 2.6] il volume di gas naturale complessivamente gestito nel 1997 da AGAC, oggi Enìa, 150,556 milioni di metri cubi, somma del combustibile fornito agli utenti finali (132,067 milioni di metri cubi), e di quello utilizzato per alimentare le centrali di cogenerazione e teleriscaldamento (18,489 milioni di metri cubi), si è assunta la differenza, pari a 7,500 milioni di metri cubi, come stima del gas naturale consegnato da SNAM ad altre utenze.

Il consorzio Interenergia (API) ha inoltre fornito informazioni [2.21] sul volume di gas naturale acquistato, nel corso del 2006, per le utenze che hanno aderito al gruppo di acquisto coordinato dall'Ente.

Per la valutazione della domanda energetica associata al soddisfacimento dei fabbisogni energetici di utenze industriali mediante combustibili fossili diversi dal gas naturale, si è adottata una procedura piuttosto complessa.

Lo studio propedeutico al Piano Energetico Comunale [2.3] presentava questi dati relativamente alle sole annate 1990, 2000, 2010 (stime) mentre per il 1998, erano disponibili altri dati desunti dall'Archivio Corinair [2.22].

Il Piano Energetico Regionale 2007 [2.1] forniva inoltre il dato relativo ai consumi di prodotti petroliferi per usi industriali al 2003 (elaborazioni da fonte ENEA). Applicato il fattore di correzione anagrafico (vedere tabella 2.1) Comune-Regione per quell'anno è stato possibile ottenere una stima approssimativa dei consumi Comunali anche in relazione al 2003.

Per valutare i consumi delle annate mancanti sono state utilizzate due distinte procedure.

I valori mancanti, relativamente alle annate anteriori al 2003, sono stati determinati a partire dalla domanda di combustibili petroliferi per l'intera Regione, disponibili per gli anni dal 1990 al 2003 [2.1-2.2], applicando poi ad essi il *trend* mostrato dai consumi finali di energia del settore; la serie storica così determinata per la Regione, è stata quindi modulata su base comunale mediante il fattore di correzione anagrafica Comune – Regione (vedere tabella 2.1).

La stessa procedura è stata utilizzata per stimare l'evoluzione storica delle quantità di gas naturale distribuite alle utenze industriali non comprese tra quelle servite da Eni (AGAC).

Per le annate successive al 2003 per i combustibili, e al 2007 per l'energia elettrica, i fabbisogni sono stati calcolati ipotizzando un incremento della domanda energetica del 2,3 % annuo, valore coerente con la stime di crescita che alcuni riferimenti di Letteratura [2.4] prevedevano per le utenze del settore del Comune di Reggio Emilia. Queste variazioni non si discostano in modo sensibile da quelle indicate dal Piano Energetico Regionale 2007 [2.1]: *“nei consumi energetici nell'industria, i combustibili liquidi incidono per l'8% i combustibili gassosi per il 68%, l'energia elettrica per il 24% (2003). Il settore ha visto una crescita media dei consumi all'anno, nel periodo 1990 – 2003, del 2,4% e più precisamente dell'1% per quello che riguarda i combustibili e del 4,1% per quello che riguarda i consumi elettrici.”*

Al fine di evitare sovrapposizioni e duplici conteggi, nelle annate in cui si disponeva del dato da censimento sui fabbisogni elettrici con impegni di potenza superiori ai 30 kW [2.3, 2.7-2.12], al valore sono stati sottratti i consumi elettrici del settore agricolo, come da procedura descritta nel successivo paragrafo 2.6.

Si è infatti ritenuto che i consumi delle utenze agricole ricadessero verosimilmente entro la categoria di utenze caratterizzate da impegni di potenza superiori ai 30 kW.

Con procedimento analogo, i consumi industriali di combustibile da prodotti petroliferi (GPL prevalente) e di gas del settore agricolo sono stati detratti dai corrispondenti valori di GPL e gas naturale per usi tecnologici, nelle annate in cui si disponeva di dati da censimenti di consumi non disaggregati per settore [2.3, 2.7-2.12].

Il quadro emissivo associato alla domanda energetica del settore industriale è stato determinato in relazione agli stessi riferimenti utilizzati per i precedenti macrosettori [2.14-2.15].

Le tabelle 2.10 e 2.11 presentano rispettivamente il bilancio energetico e il quadro delle emissioni climalteranti caratterizzanti il settore industriale. La figura 2.6 descrive invece l'evoluzione delle



emissioni cumulate, riferibili ai principali usi finali dello stesso settore, con riferimento all'obiettivo Kyoto del settore stesso.

Il grafico presenta due anomalie, una nel 1995, l'altra nel 2001. Le cause di queste apparenti brusche variazioni della domanda energetica non sono da attribuirsi a macroscopiche variazioni dell'*energy pattern* che caratterizza il settore, ma bensì alla diversa metodologia di contabilizzazione delle utenze (notevole variazione dei dati Enìa sulle forniture dei gas da usi tecnologici (*i.e.* dal 1999 al 2001), e alla liberalizzazione del mercato (utenze non più monitorabili nella loro totalità).

Tuttavia, la ritrovata completezza delle banche dati nelle ultime due annate considerate nel censimento, (2005 e 2006), quando si è potuto disporre anche dei volumi di acquisto dei consorzi industriali, induce a far considerare come moderatamente affidabili le stime presentate in questo documento.

Domanda Energetica Settore Industriale		1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
<b>Energia Elettrica</b>	Altri Usi con p.i. > 30 kW	163,0 [-]	219,8 [3]	227,4 [3]	234,0 [3]	253,5 [3]	256,2 [3]	274,2 [3]	168,1 [3]	218,8 [3]	235,4 [3]	230,0 [3]	224,7 [3]	219,6 [3]	214,6 [3]	209,7 [3]	204,9 [3]	200,2 [3]	195,6 [3]	191,2 [3]	178,4 [3]	158,9 [3]
	Consorzi Industrie	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	68,1 [3]	76,1 [3]	78,0 [3]	80,0 [3]	82,0 [3]	84,0 [3]	86,1 [3]	88,3 [3]	95,1 [3]	107,6 [3]
		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
<b>Energia Termica</b>	Gas Naturale Usi Tecnologici	952,2 [3]	369,0 [3]	414,1 [3]	430,3 [3]	456,5 [3]	700,7 [3]	829,3 [3]	381,5 [3]	263,6 [3]	320,0 [3]	390,9 [3]	335,6 [3]	440,3 [3]	450,4 [3]	460,8 [3]	471,4 [3]	482,2 [3]	493,3 [3]	504,6 [3]	540,3 [3]	605,3 [3]
	Consumi Aziendali Gasolio	127,9 [3]	169,8 [-]	173,8 [-]	167,4 [-]	185,2 [2]	188,9 [-]	192,6 [3]	199,4 [-]	217,5 [-]	212,8 [1]	213,2 [-]	220,7 [-]	228,5 [-]	233,8 [-]	239,2 [-]	244,7 [-]	250,3 [3]	256,1 [-]	262,0 [-]	280,5 [-]	314,2 [-]
	Consumi Aziendali GPL	85,6 [3]	157,0 [-]	170,0 [-]	127,9 [-]	138,6 [2]	149,6 [-]	153,9 [3]	157,6 [-]	179,4 [-]	169,0 [1]	167,9 [-]	172,4 [-]	177,1 [-]	364,5 [-]	372,9 [-]	381,4 [-]	390,2 [3]	399,2 [-]	408,4 [-]	437,2 [-]	489,8 [-]
	Consumi Aziendali Olio Combustibile	26,9 [3]	35,7 [-]	36,5 [-]	35,2 [-]	38,9 [2]	39,7 [-]	40,5 [3]	41,9 [3]	45,7 [-]	44,7 [1]	44,8 [-]	46,4 [-]	48,0 [-]	49,1 [-]	50,2 [-]	51,4 [-]	52,6 [3]	53,8 [3]	55,0 [-]	58,9 [-]	66,0 [-]
		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
<b>Totale *</b>		1600,0	1281,0	1362,9	1345,6	1472,9	1719,3	1901,7	1200,7	1253,3	1334,9	1391,7	1507,1	1633,2	1829,3	1847,2	1866,0	1885,9	1906,7	1928,6	2000,4	2141,5
		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)

[num] riferimento da bibliografia  
 [-] stima  
 [-] nessuna fonte disponibile  
 \* nella valutazione della energia primaria associata ai consumi elettrici si è fatto riferimento ad un rendimento elettrico medio del 40% come da AIEEG Dalibera n. 296/05

Tab. 2.10 bilancio energetico settore industriale (procedura bottom - up)

Emissioni Climalteranti [CO<sub>2</sub>]

Energia Elettrica	Altri Usi con p.i. > 30kW	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
		91,9 [-]	117,4 [3]	120,5 [3]	124,9 [3]	138,4 [3]	129,6 [3]	137,1 [3]	84,1 [3]	109,4 [3]	117,7 [3]	115,0 [3]	112,4 [3]	109,8 [3]	107,3 [3]	104,8 [3]	102,4 [3]	100,1 [3]	97,8 [3]	95,6 [3]	89,2 [3]	79,4 [3]
		[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
		0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	34,0 [3]	38,1 [3]	39,0 [3]	40,0 [3]	41,0 [3]	42,0 [3]	43,1 [3]	44,1 [3]	47,5 [3]
		[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
		189,8 [3]	73,6 [3]	82,6 [3]	85,8 [3]	91,0 [3]	139,7 [3]	165,3 [3]	76,0 [3]	52,6 [3]	63,8 [3]	77,9 [3]	66,9 [3]	87,8 [3]	89,8 [3]	91,8 [3]	94,0 [3]	96,1 [3]	98,3 [3]	100,6 [3]	107,7 [3]	120,7 [3]
		[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
		33,9 [3]	43,0 [-]	46,1 [-]	44,4 [-]	49,1 [2]	50,1 [-]	51,1 [3]	52,9 [-]	57,7 [-]	56,5 [1]	56,5 [-]	58,6 [-]	60,6 [-]	62,0 [-]	63,5 [-]	64,9 [-]	66,4 [3]	67,9 [-]	69,5 [-]	74,4 [-]	83,4 [-]
		[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
		19,0 [3]	34,9 [-]	37,8 [-]	28,4 [-]	35,3 [2]	33,3 [-]	34,2 [3]	35,0 [-]	39,9 [3]	37,6 [1]	37,3 [-]	38,3 [-]	39,4 [-]	81,0 [-]	82,9 [-]	84,8 [-]	86,8 [3]	88,8 [3]	90,8 [-]	97,2 [-]	108,9 [-]
[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]		
7,4 [3]	9,8 [-]	10,1 [-]	9,7 [-]	10,7 [2]	11,0 [-]	11,2 [3]	11,6 [3]	12,6 [-]	12,3 [1]	12,4 [-]	12,8 [-]	13,3 [-]	13,6 [-]	13,9 [-]	14,2 [-]	14,5 [3]	14,9 [3]	15,2 [-]	16,3 [-]	18,2 [-]		
[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]		
Totale		342,1	280,7	297,1	293,2	324,5	363,6	398,9	259,6	272,2	287,8	299,2	323,0	348,9	392,7	396,9	401,3	405,9	410,8	415,8	432,3	464,4
	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	
[num] riferimento da bibliografia																						
[ - ] - ] somma																						
[ - ] nessuna fonte disponibile																						

[num] riferimento da bibliografia  
 [-] stima  
 [-] nessuna fonte disponibile

Tab. 2.11: inventario emissioni climalteranti settore industriale (procedura bottom - up)

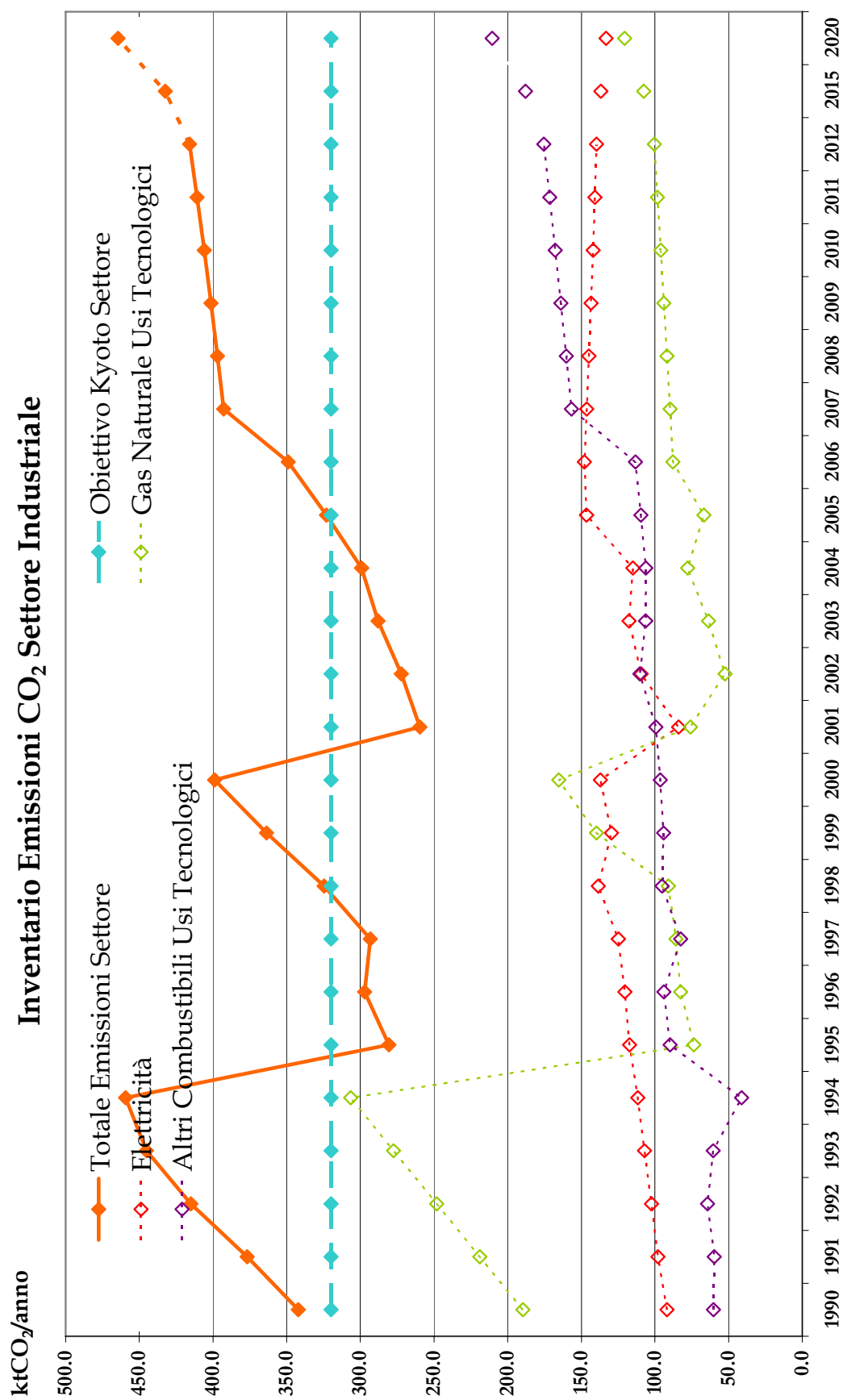


Fig. 2.6: il settore industriale e l'obiettivo Kyoto

## 2.6 SETTORE AGRICOLO

Il territorio del Comune di Reggio Emilia è prevalentemente urbanizzato, tuttavia, anche in virtù della sua considerevole estensione, risulta essere può annoverare un certo numero di aziende attive nei settori della agricoltura e dell'allevamento. Le aree dedicate alle culture sono così ancora abbastanza estese, soprattutto al di fuori della fascia cittadina più urbanizzata.

Nessun dato sui fabbisogni energetici delle utenze del settore era direttamente disponibile dai censimenti o dalle banche locali.

Si è quindi proceduto a stimare la domanda energetica del settore a partire da informazioni più generali fornite prevalentemente da altre statistiche regionali e/o da documenti di pianificazione, sempre elaborati sull'area vasta, diversi da quelli considerati negli altri settori.

I valori relativi alla domanda di energia elettrica, di combustibili gassosi e di prodotti petroliferi su scala comunale sono stati quindi calcolati in proporzione a corrispondenti valori forniti, per le annate 1990-2003, su scala regionale [2.1-2.2], servendosi del fattore di correzione anagrafica comunale - regionale.

Si è ritenuto infatti che nella Regione Emilia Romagna, in virtù della omogeneità del territorio e dei suoi usi, si possa giustificare l'adozione di una procedura estimativa di questo tipo senza il rischio di incorrere in errori grossolani se non, al limite, quello di giungere a lievi sovrastime dei consumi in relazione alla superiore urbanizzazione dei Comuni capoluogo rispetto ai centri più piccoli della Provincia.

Se si analizzano i consumi di energia elettrica del settore, oltre ai valori cumulati forniti nel tempo dai diversi Piani Energetici della Regione [2.1-2.2], si è potuto disporre anche, per il 1999 [2.2] e il 2003 [2.1], di alcuni altri dati riferiti alla sola Provincia di Reggio Emilia. Proprio a partire da questi ultimi, sempre facendo riferimento al procedimento di correzione anagrafica, è stato possibile determinare i corrispondenti valori per il solo Comune, con un livello di precisione superiore.

I fabbisogni di energia elettrica sono stati resi omogenei alle altre voci, espresse in termini della relativa energia primaria, mediante l'applicazione del già esposto algoritmo costruito sul rendimento medio del parco termoelettrico italiano, come da indicazioni della AEEG Delibera n. 296/05 [2.17].

Per quanto concerne i fabbisogni annui degli altri combustibili, il solo dato a disposizione era quello fornito relativamente all'anno 2003 e all'intera Regione, dal Piano Energetico 2007, su elaborazione di dati ENEA [2.1].

Per determinare i fabbisogni nelle annate mancanti e riportare i valori così determinati alla scala del Comune di Reggio Emilia, si è fatto ricorso alla stessa precedente procedura: calcolando i dati regionali mancanti in linea con il *trend* annuo del fabbisogno di energia primaria osservata su scala regionale, applicando infine il fattore di scala imposto dal rapporto annuo tra la popolazione del Comune di Reggio Emilia e quella della Regione.

L'evoluzione della domanda energetica del settore negli anni futuri è stata infine determinata seguendo la sua evoluzione spontanea.

In tabella 2.12 è presentato il bilancio energetico di macrosettore. I risultati mostrano che esso, sebbene poco influente ai fini del bilancio energetico integrale, risulta essere caratterizzato da una forte dipendenza da prodotti petroliferi.

Nella presentazione del bilancio energetico complessivo, al fine di evitare doppi conteggi, si è scelto di detrarre anno per anno i fabbisogni delle utenze agricole dai corrispondenti valori (energia elettrica, combustibili, etc.) del macrosettore dell'industria, per il quale si erano già censiti i consumi dei prodotti petroliferi al netto degli altri usi (civile, trasporti, generazione della energia elettrica [2.3, 2.6-2.12]) dai dati di vendita sul territorio comunale.

Le emissioni climalteranti associate alla domanda energetica del settore, sono stati determinate con riferimento ai valori di letteratura già citati in precedenza [2.14, 2.15].

A queste ultime sono state aggiunte le emissioni associate al settore dell'allevamento. Esse sono state valutate a partire da una stima del numero di capi, suini e bovini, allevati entro il territorio comunale. Le emissioni correlate alla presenza di altri animali (equini, caprini, ovini, avicoli, cunicoli) sono state invece ritenute trascurabili non contribuendo questi ultimi in modo significativo, per numero o dimensioni, al bilancio complessivo delle emissioni climalteranti.

A questo proposito erano disponibili i dati relativi al numero di capi allevati nella Provincia di Reggio Emilia e nella Regione Emilia Romagna, nelle annate 1990 e 2000 (Regione Emilia Romagna: attuazione della Direttiva 91/676/CEE sulla protezione delle acque dall'inquinamento provocato da nitrati provenienti da fonte agricola 2002 [2.23]) e 2005 (ARPA Reggio Emilia: Preliminare di Programma dell'anno 2006 e dell'anno 2007 [2.24-2.25]).

E' stato quindi possibile risalire ai dati relativi alle annate mancanti per semplice interpolazione lineare.

Al fine di giungere alla stima del numero di capi allevati entro i confini comunali, si è quindi consultato il Programma Attività Territoriali 2006, elaborato da AUSL Reggio Emilia [2.26]. Questo documento fornisce il numero di capi allevati nell'ambito della Area Territoriale Veterinaria (A.T.V.) di Reggio Emilia, proprio in relazione all'annata 2005, in cui si disponeva anche dei dati Provinciali. E' stato così possibile stimare con buona approssimazione, in base alla proporzione tra capi presenti nella A.T.V. di Reggio Emilia e quelli presenti nella intera Provincia, il numero di capi allevati dal 1990 ad oggi entro i confini Comunali.

Al fine di valutare l'impatto della attività metabolica di suini e bovini sul bilancio delle emissioni climalteranti (metano e anidride carbonica equivalente), si è fatto riferimento ai coefficienti di conversione comunemente proposti dalla letteratura (e.g. Piano Energetico Comunale di Modena 2007 [2.27]):

- \_ emissioni annue  $\text{CH}_4$ /capo bovino:  $0.1 \text{ t}_{\text{CH}_4}/\text{capo bovino}$ .
- \_ emissioni annue  $\text{CH}_4$ /capo bovino:  $0.0096 \text{ t}_{\text{CH}_4}/\text{capo suino}$ .
- \_ fattore di conversione emissioni metano/anidride carbonica equivalente:  $21 [\text{t}_{\text{CH}_4}/\text{t}_{\text{CO}_2}]$ .

Occorre infine accennare alle emissioni evitate grazie al recupero del biogas proveniente dagli impianti di depurazione (presentate in questo paragrafo per analogia concettuale con la valutazione del biogas degli allevamenti).

Sebbene le uniche fonti disponibili (piuttosto datate [2.3]) riferiscano di un utilizzo degli impianti al 65 % delle loro potenzialità, le stesse valutano la riduzione di emissioni climalteranti in  $25\text{-}28.000 \text{ t}_{\text{CO}_2}$ . Le stesse fonti tuttavia, segnalano che essendo tale riduzione "storica", cioè all'incirca costante nell'arco di tempo compreso tra il 1990 e il 2003, i benefici ad esse connesse non possono essere considerati nell'ambito di valutazioni ambientali finalizzate al calcolo delle emissioni per il protocollo di Kyoto.

La tabella 2.13 ricostruisce il quadro emissivo del suo settore presentandone una stima fino al 2010. I valori presentati in tabella 2.13 e in figura 2.7 evidenziano come il settore agricolo, pur non influenzando particolarmente il quadro emissivo generale del Comune, presenta una situazione di

relativa stabilità rispetto alla situazione del 1990, tanto da far ritenere che anche solo pochi piccoli interventi (adozione di impianti solari e microeolici, nelle modalità proposte nei prossimi capitoli) possa facilmente consentire il raggiungimento di significativi benefici in vista del futuro rispetto dell'obiettivo di Kyoto del settore.

**Domanda Energetica Settore Agricolo**

**Energia Elettrica**

Elettricit  Utenze Agricole

**Combustibili**

Consumi Prodotti Petroliiferi (olio e, etc.)

Consumi Combustibili Gassosi (gas n, etc.)

**Allevamento**

Allevamento Bovini

Allevamento Suini

**Totale \***

[num] riferimento da bibliografia

[ - ] stima

[ - - ] nessuna fonte disponibile

\* nella valutazione della energia primaria associata ai consumi elettrici si   fatto riferimento ad un rendimento elettrico medio del 40% come da AEEG Delibera n. 296/05

Tab. 2.12 bilancio energetico settore agricoltura (procedura bottom - up)

**Emissioni Climateranti [CO<sub>2</sub>]**

**Energia Elettrica**

Elettricit  Utenze Agricole

**Combustibili**

Consumi Prodotti Petroliiferi (olio e, etc.)

Consumi Combustibili Gassosi (gas n, etc.)

**Allevamento**

Allevamento Bovini

Allevamento Suini

**Totale**

[num] riferimento da bibliografia

[ - ] stima

[ - - ] nessuna fonte disponibile

Tab. 2.13: inventario emissioni climateranti settore agricoltura (procedura bottom - up)

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
(GWh <sub>e</sub> )		(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )	(GWh <sub>e</sub> )
25,1 <sup>[12]</sup>	24,8 <sup>[1]</sup>	23,2 <sup>[1]</sup>	30,2 <sup>[1]</sup>	26,4 <sup>[1]</sup>	32,4 <sup>[12]</sup>	32,2 <sup>[1]</sup>	34,8 <sup>[1]</sup>	33,8 <sup>[12]</sup>	36,3 <sup>[1]</sup>	37,1 <sup>[1]</sup>	38,5 <sup>[1]</sup>	39,4 <sup>[1]</sup>	40,2 <sup>[1]</sup>	41,0 <sup>[1]</sup>	41,8 <sup>[1]</sup>	42,7 <sup>[1]</sup>	45,1 <sup>[1]</sup>	49,2 <sup>[1]</sup>	49,2 <sup>[1]</sup>	49,2 <sup>[1]</sup>	49,2 <sup>[1]</sup>
(GWh)		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
113,8 <sup>[12]</sup>	107,6 <sup>[1]</sup>	100,9 <sup>[1]</sup>	133,0 <sup>[1]</sup>	130,1 <sup>[1]</sup>	144,9 <sup>[1]</sup>	146,3 <sup>[12]</sup>	159,7 <sup>[1]</sup>	162,7 <sup>[12]</sup>	164,4 <sup>[1]</sup>	171,6 <sup>[1]</sup>	179,2 <sup>[1]</sup>	180,4 <sup>[1]</sup>	184,8 <sup>[1]</sup>	189,3 <sup>[1]</sup>	193,8 <sup>[1]</sup>	198,4 <sup>[1]</sup>	202,9 <sup>[1]</sup>	216,9 <sup>[1]</sup>	240,8 <sup>[1]</sup>	240,8 <sup>[1]</sup>	240,8 <sup>[1]</sup>
4,6 <sup>[12]</sup>	4,3 <sup>[1]</sup>	4,0 <sup>[1]</sup>	5,3 <sup>[1]</sup>	5,2 <sup>[1]</sup>	5,8 <sup>[1]</sup>	5,9 <sup>[12]</sup>	6,1 <sup>[1]</sup>	6,4 <sup>[1]</sup>	6,5 <sup>[12]</sup>	6,6 <sup>[1]</sup>	6,9 <sup>[1]</sup>	7,2 <sup>[1]</sup>	7,4 <sup>[1]</sup>	7,6 <sup>[1]</sup>	7,8 <sup>[1]</sup>	7,9 <sup>[1]</sup>	8,1 <sup>[1]</sup>	8,7 <sup>[1]</sup>	9,6 <sup>[1]</sup>	9,6 <sup>[1]</sup>	9,6 <sup>[1]</sup>
(GWh)		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)

(GWh)		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
181,1	173,9	162,9	213,9	201,4	231,7	220,2	242,4	253,1	253,8	261,8	271,1	282,7	284,2	290,8	297,5	304,2	310,9	317,7	338,3	373,5	373,5

(GWh)		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
14,1 <sup>[12]</sup>	13,2 <sup>[1]</sup>	12,3 <sup>[1]</sup>	16,1 <sup>[1]</sup>	14,4 <sup>[1]</sup>	16,4 <sup>[12]</sup>	13,6 <sup>[12]</sup>	16,6 <sup>[1]</sup>	17,4 <sup>[1]</sup>	16,9 <sup>[12]</sup>	18,2 <sup>[1]</sup>	18,5 <sup>[1]</sup>	19,3 <sup>[1]</sup>	19,3 <sup>[1]</sup>	19,7 <sup>[1]</sup>	20,1 <sup>[1]</sup>	20,5 <sup>[1]</sup>	20,9 <sup>[1]</sup>	21,3 <sup>[1]</sup>	22,5 <sup>[1]</sup>	24,6 <sup>[1]</sup>	24,6 <sup>[1]</sup>
(GWh)		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
30,2 <sup>[12]</sup>	28,5 <sup>[1]</sup>	26,8 <sup>[1]</sup>	35,3 <sup>[1]</sup>	34,5 <sup>[1]</sup>	38,4 <sup>[1]</sup>	38,8 <sup>[12]</sup>	40,6 <sup>[1]</sup>	42,4 <sup>[1]</sup>	43,2 <sup>[12]</sup>	43,6 <sup>[1]</sup>	45,5 <sup>[1]</sup>	47,5 <sup>[1]</sup>	47,9 <sup>[1]</sup>	49,0 <sup>[1]</sup>	50,2 <sup>[1]</sup>	51,4 <sup>[1]</sup>	52,6 <sup>[1]</sup>	53,8 <sup>[1]</sup>	57,5 <sup>[1]</sup>	63,9 <sup>[1]</sup>	63,9 <sup>[1]</sup>
0,9 <sup>[12]</sup>	0,9 <sup>[1]</sup>	0,8 <sup>[1]</sup>	1,1 <sup>[1]</sup>	1,0 <sup>[1]</sup>	1,2 <sup>[1]</sup>	1,2 <sup>[12]</sup>	1,2 <sup>[1]</sup>	1,3 <sup>[1]</sup>	1,3 <sup>[12]</sup>	1,3 <sup>[1]</sup>	1,4 <sup>[1]</sup>	1,4 <sup>[1]</sup>	1,4 <sup>[1]</sup>	1,5 <sup>[1]</sup>	1,5 <sup>[1]</sup>	1,5 <sup>[1]</sup>	1,6 <sup>[1]</sup>	1,6 <sup>[1]</sup>	1,7 <sup>[1]</sup>	1,9 <sup>[1]</sup>	1,9 <sup>[1]</sup>
(GWh)		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
74,1 <sup>[23]</sup>	64,8 <sup>[1]</sup>	63,0 <sup>[1]</sup>	61,1 <sup>[1]</sup>	59,2 <sup>[1]</sup>	57,4 <sup>[1]</sup>	55,5 <sup>[23]</sup>	55,4 <sup>[1]</sup>	55,4 <sup>[1]</sup>	55,3 <sup>[1]</sup>	55,2 <sup>[1]</sup>	55,1 <sup>[1]</sup>	55,1 <sup>[1]</sup>	55,0 <sup>[1]</sup>	54,9 <sup>[1]</sup>	54,9 <sup>[1]</sup>	54,8 <sup>[1]</sup>	54,7 <sup>[1]</sup>	54,6 <sup>[1]</sup>	54,4 <sup>[1]</sup>	54,1 <sup>[1]</sup>	54,1 <sup>[1]</sup>
13,2 <sup>[23]</sup>	12,1 <sup>[1]</sup>	11,8 <sup>[1]</sup>	11,6 <sup>[1]</sup>	11,4 <sup>[1]</sup>	11,1 <sup>[1]</sup>	10,9 <sup>[23]</sup>	11,0 <sup>[1]</sup>	11,1 <sup>[1]</sup>	11,1 <sup>[1]</sup>	11,2 <sup>[1]</sup>	11,3 <sup>[1]</sup>	11,3 <sup>[1]</sup>	11,4 <sup>[1]</sup>	11,5 <sup>[1]</sup>	11,5 <sup>[1]</sup>	11,6 <sup>[1]</sup>	11,7 <sup>[1]</sup>	11,7 <sup>[1]</sup>	11,9 <sup>[1]</sup>	12,3 <sup>[1]</sup>	12,3 <sup>[1]</sup>
(GWh)		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
132,6	119,5	114,6	125,2	120,6	124,5	120,0	124,9	127,4	127,8	129,5	131,8	134,6	135,0	136,6	138,2	139,9	141,5	143,2	148,2	156,8	156,8

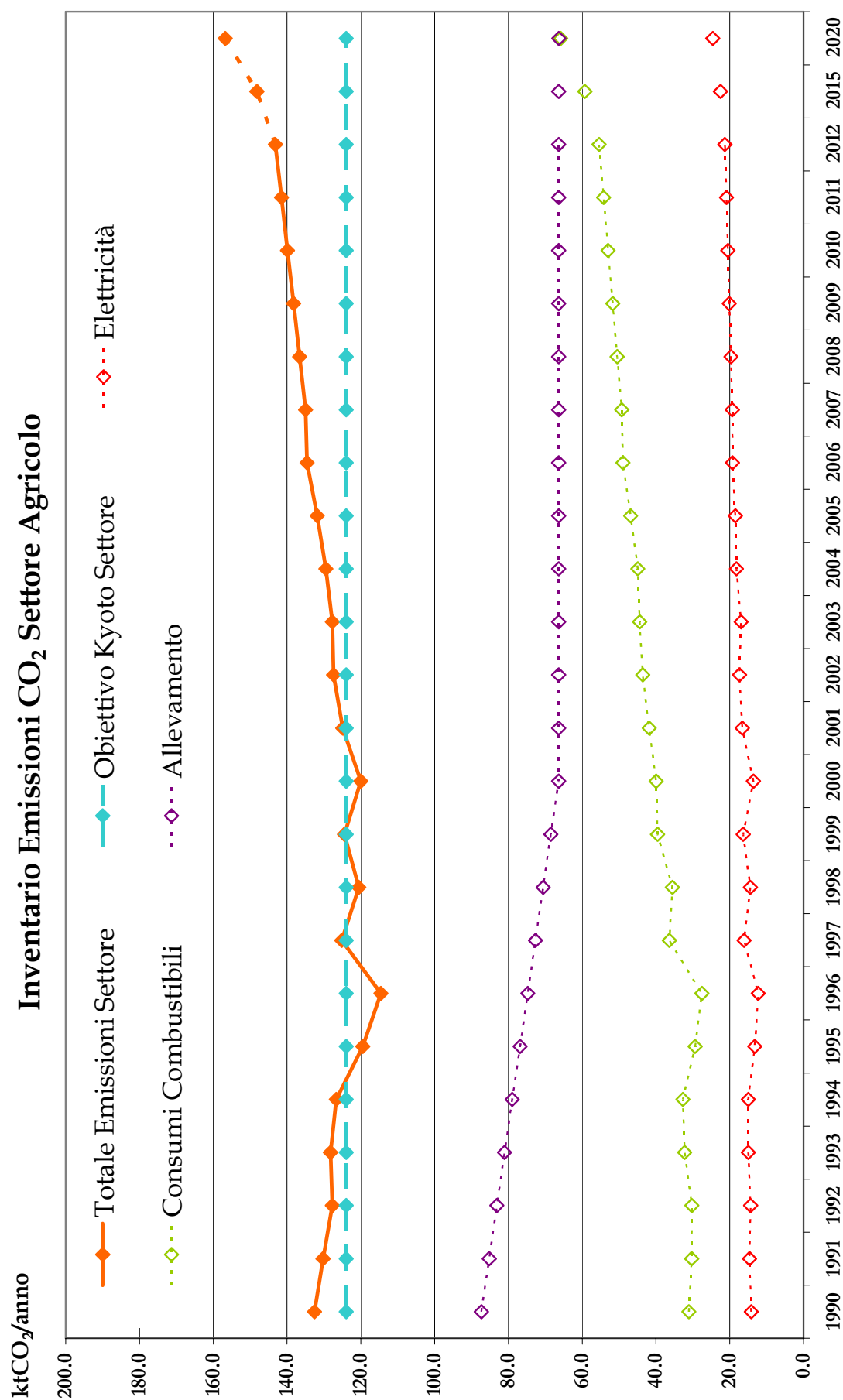


Fig. 2.7: il settore agricolo e l'obiettivo Kyoto



## 2.7 SETTORE TRASPORTI

Nel procedimento di stima del bilancio energetico del settore, stante la sostanziale impossibilità a reperire dati completi sui carburanti e sui combustibili effettivamente utilizzati in ambito comunale, si è scelto di ricorrere a un procedimento deduttivo che, partendo da stime di letteratura su area più vasta [2.1-2.2], ha infine consentito di giungere ad una valutazione dei dati locali attraverso la consueta procedura di modulazione anagrafica.

E' infatti evidente che, anche ipotizzando di poter conoscere completamente i quantitativi di carburanti venduti da tutti i singoli esercenti del Comune, non sarebbe stato comunque possibile giungere ad una stima precisa dell'energetica del settore, in quanto esso, per sua stessa definizione, interessa dinamiche di area più vasta; non è infatti possibile conoscere dove sia effettivamente utilizzato il carburante rifornito nel territorio Comunale, né sapere quanti utenti approvvigionati altrove utilizzino, ad esempio, la viabilità cittadina per compiere le proprie attività o semplicemente per transitare verso altre direzioni.

Diversamente dai dati sui fabbisogni energetici, l'inventario delle emissioni climalteranti del settore è stato invece ricostruito mediante elaborazione di dati messi a disposizione dall'Ufficio Tecnico Comunale.

In particolare è stato possibile stimare con grande precisione il valore delle emissioni di anidride carbonica al 2006. L'esito di queste valutazioni è stato riepilogato in una esauriente relazione a cura dell'ingegnere caposettore [2.28].

Le valutazioni sono state condotte facendo riferimento alle banche dati di ACI sul parco veicolare al 31.12.2005 [2.29], mentre per le emissioni in atmosfera da trasporto stradale sono stati consultati i documenti elaborati da ANPA [2.30], e dal periodico Quattroruote [2.30-2.31, 2.33-2.38].

Le simulazioni hanno consentito di ricostruire il quadro emissivo una volta stimate le distanze chilometriche percorse dalle diverse tipologie di veicoli stradali in relazione anche al tipo di traffico (a scorrimento veloce, cittadino, *etc.*) e alla provenienza delle autovetture e degli autocarri [2.39-2.40].

Una analoga procedura è stata adottata per valutare le emissioni associate al trasporto autostradale (per il tratto della autostrada A1 compreso entro i confini del territorio Comunale) facendo riferimento a dati di Società Autostrade [2.41] e ACI.

Un altro importante documento ai fini della valutazione del quadro emissivo del settore è dato dal Piano Urbano della Mobilità di Reggio Emilia [2.43]. La relazione finale di simulazione modellistica dell'inquinamento atmosferico da traffico veicolare in provincia di Reggio Emilia [2.42], documento allegato allo stesso Piano [2.43], mostra in tabella 2-3, le emissioni stagionali e annuali di NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, COV e CO<sub>2</sub>, suddivise per categoria di veicoli leggeri e pesanti, per 5 scenari di studio tra cui quello così detto zero, rappresentante la condizione di traffico allo stato attuale. In particolare, il documento presenta in tabella 2-4 le emissioni annue disaggregate in emissioni urbane (riferite al solo comune di Reggio Emilia) ed extraurbane.

Se si considerano le sole emissioni di anidride carbonica, il documento stima in 126096 tonnellate quelle riferibili alla sola area urbana, mentre valuta in 590706 tonnellate, quelle di tutte le altre aree della provincia, per un totale cumulato di 716802 tonnellate.

L'impossibilità di disaggregare da questo valore la quota di traffico extraurbano, comunque gravante nel bilancio del Comune di Reggio Emilia, rende estremamente difficile paragonare i risultati del Piano Urbano della Mobilità con quelli elaborati con le elaborazioni statistiche precedentemente descritte [2.28].

Il confronto tra i risultati dei due distinti procedimenti porta a ipotizzare che, verosimilmente, almeno trecento, delle cinquecentonovanta mila tonnellate attribuite al traffico extraurbano, siano comunque da attribuirsi a trasporti connessi ad attività aventi per riferimento utenze o utenti riferibili al Comune di Reggio Emilia.

E' stato infine ricostruito l'inventario delle emissioni anche per i trasporti ferroviari mediante ad un procedimento deduttivo analogo a quello utilizzato per la stima dei consumi del settore agricolo, attraverso una prima ri-parametrizzazione dei dati del bilancio energetico regionale del settore [2.1-2.2], mediante il coefficiente di correzione anagrafica e una successiva stima delle emissioni in base ai quantitativi di combustibili così determinati.

Le tabelle 2.14 e 2.15 mostrano rispettivamente il bilancio energetico e l'inventario delle emissioni climalteranti per il settore. La figura 2.8 ricostruisce l'evoluzione cronologica del valore cumulato dell'inventario delle emissioni climalteranti del settore rispetto al valore obiettivo di Kyoto.

I valori determinati evidenziano che il settore dei trasporti è, in assoluto, il meno virtuoso; esso mostra infatti un *trend* continuamente crescente della domanda energetica e delle emissioni associate, in linea con la tendenza registrata in tutta la Regione.

**Domanda Energetica Settore Trasporti**

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
<b>Energia Elettrica</b>																					
Auto Elettriche																					
<b>Combustibili</b>																					
Autoveicoli																					
Autocarri																					
Autobus																					
Veicoli da Provincia																					
Autostrada																					
<b>Ferrovie</b>																					
Ferrovie Nazionali																					
Ferrovie Locali																					
<b>Totale *</b>																					
	1217,1	1284,7	1317,1	1435,3	1471,6	1529,0	1568,0	1668,7	1686,1	1713,6	1736,0	1758,4	1816,4	1874,5	1932,8	1991,1	2049,0	2087,5	2126,1	2246,2	2461,7

[...] riferimento da bibliografia  
 [-] stima  
 [- -] nessuna fonte disponibile  
 \* nella valutazione della energia primaria associata ai consumi elettrici si è fatto riferimento ad un rendimento elettrico medio del 40% come da AIEEG Delibera n. 296/05

Tab. 2.14: bilancio energetico settore trasporti (procedura bottom - up)

**Emissioni Climateranti [CO<sub>2</sub>]**

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
<b>Energia Elettrica</b>																					
Auto Elettriche																					
<b>Combustibili</b>																					
Autoveicoli																					
Autocarri																					
Autobus																					
Veicoli da Provincia																					
Autostrada																					
<b>Ferrovie</b>																					
Ferrovie Nazionali																					
Ferrovie Locali																					
<b>Totale</b>																					
	277,6	293,1	300,4	327,4	335,7	348,8	357,7	380,6	384,6	390,9	396,0	401,1	414,3	427,6	440,9	454,2	467,5	476,2	485,0	512,4	561,6

[...] riferimento da bibliografia  
 [-] stima  
 [- -] nessuna fonte disponibile

Tab. 2.15: inventario emissioni climateranti settore trasporti (procedura bottom - up)

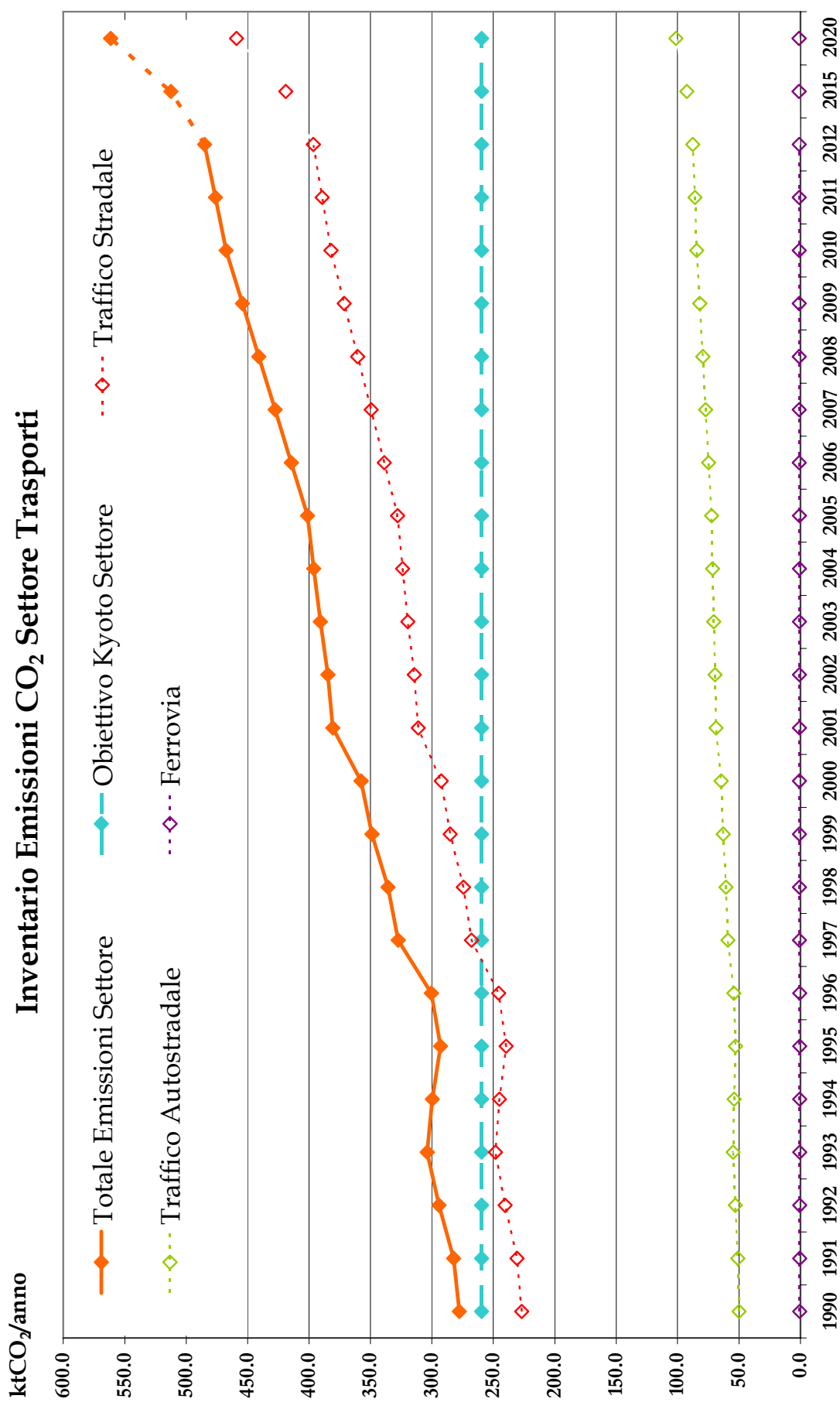


Fig. 2.8: il settore dei trasporti e l'obiettivo Kyoto

## 2.8 SETTORE PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

I fabbisogni energetici associati alle attività del Comune di Reggio Emilia sono stati determinati facendo riferimento alla Comunicazioni che, ogni anno la Pubblica Amministrazione invia in osservanza alla Art. 19 della Legge n. 10/1991, a cura del tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia [2.44].

Tali comunicazioni sono risultate particolarmente complete e hanno consentito una valutazione molto accurata della domanda energetica delle utenze della Pubblica Amministrazione.

In particolare, le Comunicazioni Annuali in base alla legge 10/91 forniscono il fabbisogno di energia primaria del Comune disaggregato in quattro voci principali:

- \_ combustibili,
- \_ carburanti,
- \_ energia elettrica,
- \_ energia termica per teleriscaldamento.

I fabbisogni elettrici sono stati espressi in termini di energia primaria in riferimento al rendimento medio del parco termoelettrico italiano come da indicazioni della AEEG Delibera n. 296/05 [2.17].

Gli inventari CORINAIR di ANPA [2.45], insieme alle già citate Direttiva 2004-156-CE [2.14], APAT, Centro Telematico Nazionale Atmosfera Clima Emissioni [2.15], e agli altri riferimenti di letteratura [2.3, 2.18] hanno fornito fattori di emissione e coefficienti di ossidazione, necessari per determinare l'inventario delle emissioni del settore, una volta che era nota la domanda energetica dello stesso

Dall'esame dei dati, appare del tutto evidente che la Pubblica Amministrazione Comunale sia del tutto virtuosa.

Non deve infatti trarre in inganno la tendenza alla crescita della domanda fatta registrare negli ultimi anni dal settore, essendo questa legata soprattutto ad un incremento dei consumi della Pubblica Illuminazione a servizio di una rete viaria in considerevole espansione. E' infatti incontrovertibile che l'aumento dei fabbisogni sia da imputarsi all'incremento della rete stradale e all'allestimento della illuminazione ad essa asservita.

Tutti gli altri indicatori si mostrano infatti stabili o in leggero declino, testimoniando l'efficacia delle azioni recentemente intraprese dalla Amministrazione Comunali come quella che ha portato lo stesso Comune a dotarsi della prima flotta di veicoli elettrici per trasporto pubblico d'Italia potendosi così fregiare del premio IEA "Best practice" (2005), titolo di prima "Città elettrica d'Europa" (2003).

L'evoluzione futura della domanda energetica del settore e, con essa, del quadro emissivo ad essa correlata è stata determinata ipotizzando l'evoluzione spontanea delle serie storiche, con l'eccezione di una ipotesi di stabilizzazione della domanda associata alla illuminazione pubblica dopo il 2010, ipotizzando un probabile rallentamento del processo di espansione urbana. Questa analisi dei consumi non tiene però in considerazione i benefici degli interventi già in attuazione in questo settore, benefici che saranno illustrati nel capitolo dedicato alle azioni di risparmio energetico intraprese dalla Pubblica Amministrazione.

Le tabelle 2.16 e 2.17 mostrano il bilancio energetico del settore e il quadro emissivo associato.

La figura 2.18 fornisce indicazioni sull'evoluzione temporale dell'inventario delle emissioni di anidride carbonica sempre in riferimento all'obiettivo di Kyoto per il settore

Infine, se si valutassero i benefici connessi a teleriscaldamento e recuperi di biogas dal depuratore, capitoli del bilancio energetico aggregati rispettivamente al settore della trasformazione dell'energia e dell'agricoltura, ma sostanzialmente collegati alla politica energetica della Società Eni, di cui la Pubblica Amministrazione Comunale è uno dei principali azionisti, si potrebbe dimostrare che l'inventario delle emissioni della Pubblica Amministrazione e delle attività ad essa collegate è abbondantemente inferiore alla soglia prevista da Kyoto per il settore.

Domanda Energetica Settore Pubblica Amministrazione - Comune di Reggio Emilia																						
	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020	
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	
Combustibili (Riscaldamento e Autotrazione)	Gasolio	16,4 [-]	6,1 [H]	7,8 [H]	7,8 [H]	4,0 [H]	3,8 [H]	2,8 [H]	3,0 [H]	2,6 [H]	2,1 [H]	1,6 [H]	2,3 [H]	1,6 [-]	1,4 [-]	1,2 [-]	1,0 [-]	0,8 [-]	0,6 [-]	0,4 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]
	Kerosene	0,1 [-]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	
	G.P.L.	0,0 [-]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,1 [H]	0,2 [H]	0,1 [H]	0,5 [H]	0,5 [H]	0,6 [H]	0,5 [-]	0,6 [-]	0,6 [-]	0,7 [-]	0,7 [-]	0,8 [-]	0,8 [-]	1,0 [-]	
	Gas metano	38,0 [-]	26,3 [H]	15,9 [H]	17,4 [H]	16,2 [H]	15,8 [H]	16,4 [H]	15,8 [H]	10,9 [H]	15,0 [H]	15,3 [H]	14,9 [H]	14,3 [-]	14,1 [-]	14,0 [-]	13,9 [-]	13,7 [-]	13,6 [-]	13,5 [-]	13,1 [-]	
	Benzine super e verde	1,3 [-]	1,3 [H]	1,4 [H]	1,5 [H]	1,5 [H]	1,2 [H]	1,0 [H]	0,9 [H]	0,9 [H]	0,9 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	
	Gasolio autotrazione	1,0 [-]	1,2 [H]	0,9 [H]	0,9 [H]	0,9 [H]	0,5 [H]	0,4 [H]	0,4 [H]	0,4 [H]	0,4 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	
	Miscela	0,0 [-]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	
	Mezzi a noleggio	0,0 [-]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	
	Ap. trasporti	0,0 [-]	0,5 [H]	0,5 [H]	0,5 [H]	0,2 [H]	0,1 [H]	0,2 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	
	Mezzi privati	0,2 [-]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	
Energia Elettrica	Mezzi in leasing	1,1 [-]	0,7 [H]	0,7 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	
	Consumi vari	24,5 [-]	21,1 [H]	24,5 [H]	24,1 [H]	26,9 [H]	25,5 [H]	26,5 [H]	26,1 [H]	29,3 [H]	27,5 [H]	30,5 [H]	26,2 [H]	29,7 [-]	30,3 [-]	30,9 [-]	31,5 [-]	32,1 [-]	32,7 [-]	33,3 [-]	35,1 [-]	
	Consumi veicoli elettrici	0,0 [-]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	
	Pubblica illuminazione	30,0 [-]	34,8 [H]	36,8 [H]	36,7 [H]	38,5 [H]	37,3 [H]	39,5 [H]	39,5 [H]	39,4 [H]	41,4 [H]	48,2 [H]	48,2 [H]	47,1 [-]	48,3 [-]	49,5 [-]	50,7 [-]	50,7 [-]	50,7 [-]	50,7 [-]	50,7 [-]	
	Energia da Fluidi Termovettori																					
Teleriscaldamento	19,5 [-]	17,8 [H]	19,8 [H]	25,1 [H]	30,7 [H]	34,4 [H]	33,7 [H]	36,5 [H]	35,4 [H]	47,6 [H]	41,2 [H]	41,8 [H]	48,6 [-]	51,2 [-]	53,8 [-]	56,4 [-]	59,0 [-]	59,0 [-]	59,0 [-]	59,0 [-]	59,0 [-]	
Totale *	213,8	194,2	200,5	205,6	216,9	212,7	219,4	220,7	222,2	239,0	255,8	245,7	257,5	264,2	271,0	277,7	281,5	282,6	283,8	287,6	294,6	

[num] riferimento da bibliografia

[-] stima

[+/-] nessuna fonte disponibile

\* nella valutazione della energia primaria associata ai consumi elettrici si è fatto riferimento ad un rendimento elettrico medio del 40% come da AEEG Delibera n. 206/05

Tab. 2.16: bilancio energetico settore Pubblica Amministrazione (procedura bottom - up)

Emissioni Climateranti [CO <sub>2</sub> ]		1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
<b>Combustibili</b>		[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
<b>(Riscaldamento e Autotrazione)</b>																						
Gasolio		4.3 [-]	1.6 [H]	2.1 [H]	2.1 [H]	1.1 [H]	1.0 [H]	0.7 [H]	0.8 [H]	0.7 [H]	0.6 [H]	0.4 [H]	0.6 [H]	0.4 [-]	0.4 [-]	0.3 [-]	0.3 [-]	0.2 [-]	0.2 [-]	0.1 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]
Kerosene		0.0 [-]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]
G.P.L.		0.0 [-]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.1 [H]	0.1 [H]	0.1 [H]	0.1 [H]	0.1 [-]	0.1 [-]	0.1 [-]	0.2 [-]	0.2 [-]	0.2 [-]	0.2 [-]	0.3 [-]
Gas metano		7.6 [-]	5.3 [H]	3.2 [H]	3.5 [H]	3.2 [H]	3.2 [H]	3.3 [H]	3.1 [H]	2.2 [H]	3.0 [H]	3.1 [H]	3.0 [H]	2.8 [H]	2.8 [-]	2.8 [-]	2.8 [-]	2.7 [-]	2.7 [-]	2.7 [-]	2.6 [-]	2.5 [-]
Benzine super e verde		0.3 [-]	0.3 [H]	0.4 [H]	0.4 [H]	0.4 [H]	0.3 [H]	0.3 [H]	0.2 [H]	0.2 [H]	0.2 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]
Gasolio autotrazione		0.3 [-]	0.3 [H]	0.2 [H]	0.2 [H]	0.2 [H]	0.1 [H]	0.1 [H]	0.1 [H]	0.1 [H]	0.1 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]
Miscela		0.0 [-]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]
Mezzi a noleggio		0.0 [-]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]
Ap. trasporti		0.0 [-]	0.1 [H]	0.1 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]
Mezzi privati		0.0 [-]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]
Mezzi in leasing		0.3 [-]	0.2 [H]	0.2 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]
<b>Energia Elettrica</b>		[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Consumi vari		13.1 [-]	11.3 [H]	13.1 [H]	12.9 [H]	14.3 [H]	13.6 [H]	14.1 [H]	13.9 [H]	15.7 [H]	14.7 [H]	16.3 [H]	14.0 [H]	15.9 [H]	16.2 [H]	16.5 [H]	16.8 [H]	17.1 [H]	17.5 [H]	17.8 [H]	18.7 [H]	20.3 [H]
Consumi veicoli elettrici		0.0 [-]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [H]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]
Pubblica illuminazione		16.0 [-]	18.6 [H]	19.6 [H]	19.6 [H]	20.6 [H]	19.9 [H]	21.1 [H]	21.1 [H]	21.0 [H]	22.1 [H]	25.8 [H]	25.7 [H]	25.2 [H]	25.8 [-]	26.4 [-]	27.1 [-]	27.1 [-]	27.1 [-]	27.1 [-]	27.1 [-]	27.1 [-]
<b>Energia da Fluidi Termovetori</b>		[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Teleriscaldamento		3.9 [-]	3.5 [H]	3.9 [H]	5.0 [H]	6.1 [H]	6.8 [H]	6.7 [H]	7.3 [H]	7.1 [H]	9.5 [H]	8.2 [H]	8.3 [H]	9.7 [H]	10.2 [H]	10.7 [H]	11.2 [H]	11.8 [H]	11.8 [H]	11.8 [H]	11.8 [H]	11.8 [H]
<b>Totale</b>		46	41.3	43	44	46	45	46	47	47	50	54	52	54	56	57	58	59	59	60	60	62

[num] riferimento da bibliografia  
 [-] stima  
 [- -] nessuna fonte disponibile

Tab. 2.17: inventario emissioni climateranti settore Pubblica Amministrazione (procedura bottom - up)



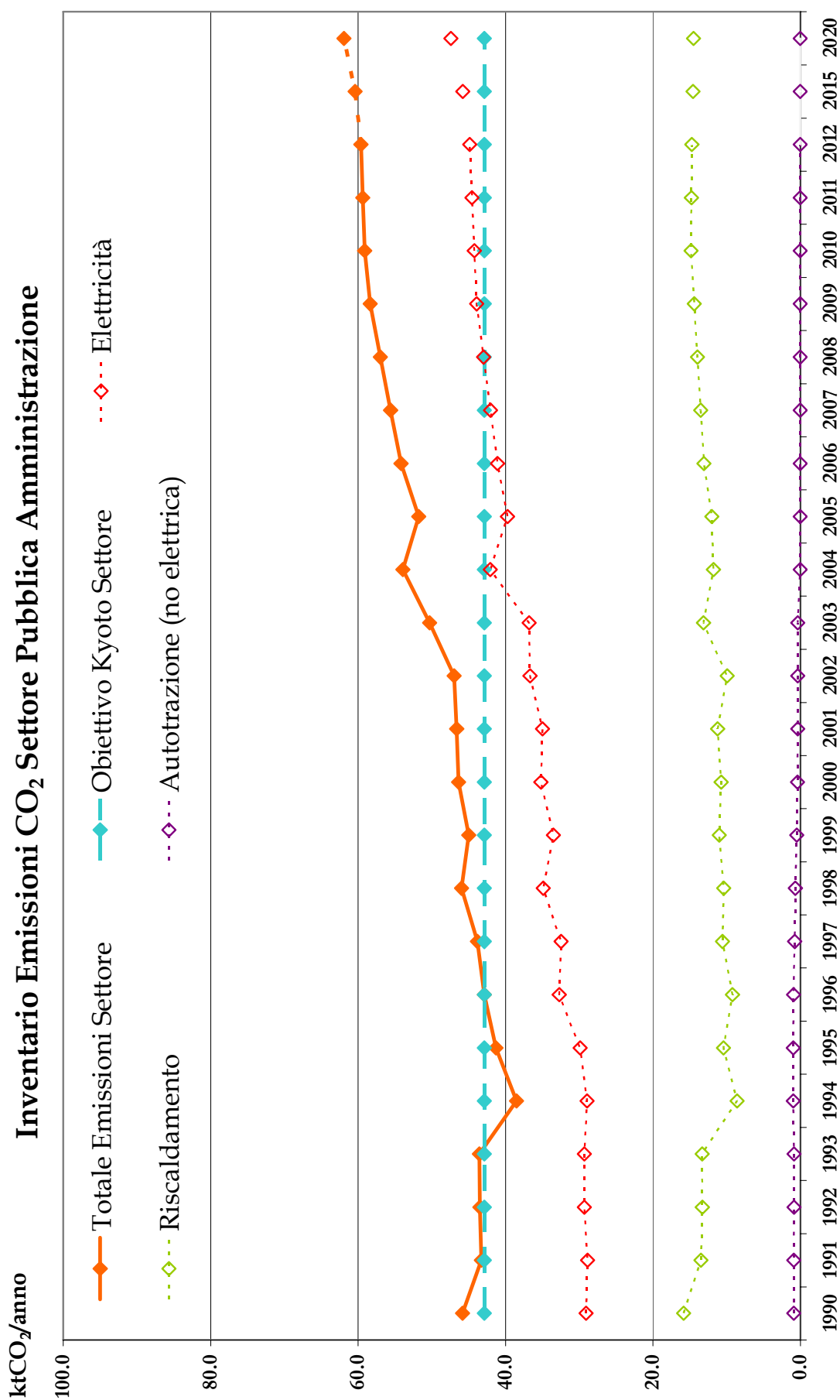


Fig. 2.9: il settore della Pubblica Amministrazione e l'obiettivo Kyoto

## 2.9 CONCLUSIONE

La ricostruzione del bilancio energetico comunale e del relativo inventario delle emissioni climalteranti, sviluppato nel dettaglio dai precedenti paragrafi, e riepilogato nelle tabelle 2.18, 2.19 e nelle figure 2.10 e 2.12, ha evidenziato alcuni aspetti caratteristici del territorio comunale che possono essere così riepilogati:

\_ la situazione generale è problematica: l'obiettivo Kyoto appare lontano: tra le duecento e le trecentomila tonnellate di anidride carbonica, oltre il valore obiettivo. Questo gap, tuttavia, non appare così pesante come in molti degli altri Comuni capoluogo della Regione.

Questa situazione di singolarità è confermata dai risultati della procedura *bottom up* che, essendo costruita a partire dal censimento dei fabbisogni energetici e delle emissioni, è per questo motivo molto più affidabile. Tale metodologia ha infatti consentito di disaggregare con buon dettaglio la domanda energetica nei diversi usi finali, mettendo in risalto i benefici connessi alla grande diffusione sul territorio della rete di teleriscaldamento e alla cogenerazione delle nuove centrali. L'approccio deduttivo *top down*, costruito invece a partire dai dati regionali, non aveva consentito di individuare altrettanto chiaramente questa particolare situazione.

\_ Il fatto che il Comune di Reggio Emilia sia più virtuoso rispetto al resto della Regione dipende quindi dal fatto che negli anni passati si sia dato corso a una politica che ha portato all'ottimizzazione, al parziale ampliamento e al *revamping* delle centrali di cogenerazione con cui è stato possibile trasportare i cascami entalpici di centrale a teleriscaldare estesi settori della città.

Sono poi di tutta evidenza le buone pratiche, finalizzate all'uso razionale dell'energia, messe in opera dalla Pubblica Amministrazione e da alcune realtà locali come ACER, le Associazioni degli Industriali, l'Arcispedale S. Maria Nuova - Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia, *etc.*

\_ Il settore civile in particolare detiene grandi potenzialità di riduzione dei consumi e delle emissioni correlate. Proprio per questo motivo grandi aspettative sono riposte nelle potenzialità delle azioni di politica energetica connesse alla promozione e allo sviluppo da parte della Pubblica Amministrazione del modello di architettura ad alta efficienza energetica ECOABITA.

\_ I trasporti rappresentano il settore più critico, anche per la difficoltà di intraprendere azioni efficaci nel contenerne la domanda energetica e le emissioni.

I diagrammi a torta di fig. 2.12, mostrano la ripartizione delle emissioni climalteranti totali tra i diversi settori, evidenziando chiaramente questa ultima grande problematicità.

## Domanda Energetica

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Settore Trasformazioni Energetiche	193.4	304.4	343.1	366.7	399.4	509.3	514.0	612.1	561.8	565.6	1012.2	1280.5	1376.8	1412.4	1457.3	1502.2	1547.1	1371.5	1371.5	1371.5	1371.5
Settore Civile	1467.2	1618.6	1824.9	1615.0	1719.4	1844.5	1867.0	1772.1	1845.2	1974.2	2042.9	2011.8	2033.5	2102.7	2043.7	2061.6	2079.9	2087.4	2095.4	2122.8	2181.0
Settore Industriale	1600.0	1281.0	1362.9	1345.6	1472.9	1719.3	1901.7	1200.7	1253.3	1334.9	1391.7	1507.1	1633.2	1829.3	1847.2	1866.0	1885.9	1906.7	1928.6	2000.4	2141.5
Settore Trasporti	1217.1	1284.7	1317.1	1435.3	1471.6	1529.0	1568.0	1668.7	1686.1	1713.6	1736.0	1758.4	1816.4	1874.5	1932.8	1991.1	2049.6	2087.5	2126.1	2246.2	2461.7
Settore Agricolo	181.1	173.9	162.9	213.9	201.4	231.7	220.2	242.4	253.1	253.8	261.8	271.1	282.7	284.2	290.8	297.5	304.2	310.9	317.7	338.3	373.5
Settore P.A. Comune Reggio Emilia	213.8	194.2	200.5	205.6	216.9	212.7	219.4	220.7	222.2	239.0	255.8	245.7	257.5	264.2	271.0	277.7	281.5	282.6	283.8	287.6	294.6
Benefici da Cogenerazione	0.0	43.7	-46.7	65.7	38.8	115.1	120.9	68.3	-31.7	-91.6	-483.5	-328.2	-245.9	-256.9	-272.6	-288.3	-304.0	-479.6	-479.6	-479.6	-479.6
<b>Totale</b>	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
	4873	4901	5165	5248	5520	6161	6411	5785	5790	5989	6217	6746	7154	7511	7570	7708	7844	7567	7643	7887	8344

## Emissioni Climalteranti [CO<sub>2</sub>]

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Settore Trasformazioni Energetiche	48.7	77.5	88.8	92.6	96.8	108.0	102.5	119.3	111.3	112.7	201.8	252.9	269.7	276.8	285.7	294.7	303.6	273.4	273.4	273.4	273.4
Settore Civile	304.0	330.2	370.7	329.8	353.7	369.5	372.6	353.7	368.2	394.0	407.7	401.5	405.8	419.6	407.9	411.5	415.1	416.6	418.2	423.7	435.4
Settore Industriale	342.1	280.7	297.1	293.2	324.5	363.6	398.9	259.6	272.2	287.8	299.2	323.0	348.9	392.7	396.9	401.3	405.9	410.8	415.8	432.3	464.4
Settore Trasporti	277.6	293.1	300.4	327.4	335.7	348.8	357.7	380.6	384.6	390.9	396.0	401.1	400.3	427.6	440.9	454.2	467.5	476.2	485.0	512.4	561.6
Settore Agricolo	132.6	119.5	114.6	125.2	120.6	124.5	120.0	124.9	127.4	127.8	129.5	131.8	134.6	135.0	136.6	138.2	139.9	141.5	143.2	148.2	156.8
Settore P.A. Comune Reggio Emilia	45.9	41.3	42.9	43.8	46.0	45.0	46.4	46.6	47.0	50.3	53.9	51.8	54.2	55.6	57.0	58.4	59.1	59.4	59.6	60.4	61.9
Benefici da Cogenerazione	17.2	35.4	26.1	44.1	38.4	44.3	39.1	25.2	9.3	0.5	-78.7	-49.0	-36.7	-37.5	-39.9	-42.4	-44.8	-75.1	-75.1	-75.1	-75.1
Benefici Produzione Locale Energia	-31.5	-41.2	-61.8	-47.6	-57.3	-62.5	-62.4	-93.1	-101.0	-111.0	-279.1	-298.8	-303.4	-311.0	-322.3	-333.6	-344.9	-344.9	-344.9	-344.9	-344.9
	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
<b>Totale</b>	1137	1137	1179	1209	1258	1341	1375	1217	1219	1253	1130	1214	1273	1359	1363	1382	1402	1358	1375	1430	1533

Tab. 2.18: bilancio energetico e inventario emissioni climalteranti Comune di Reggio Emilia (procedura bottom-up/censimento)

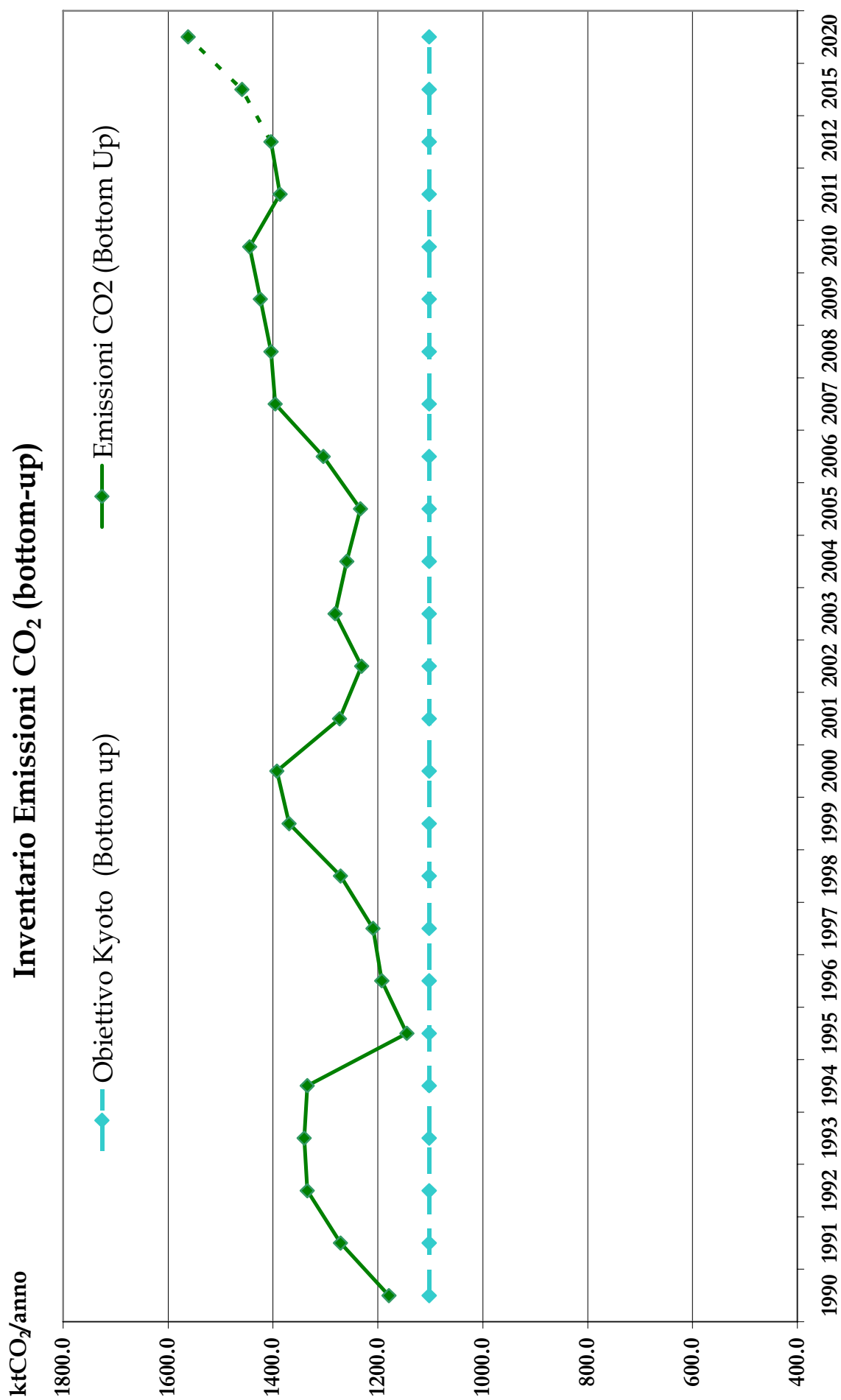
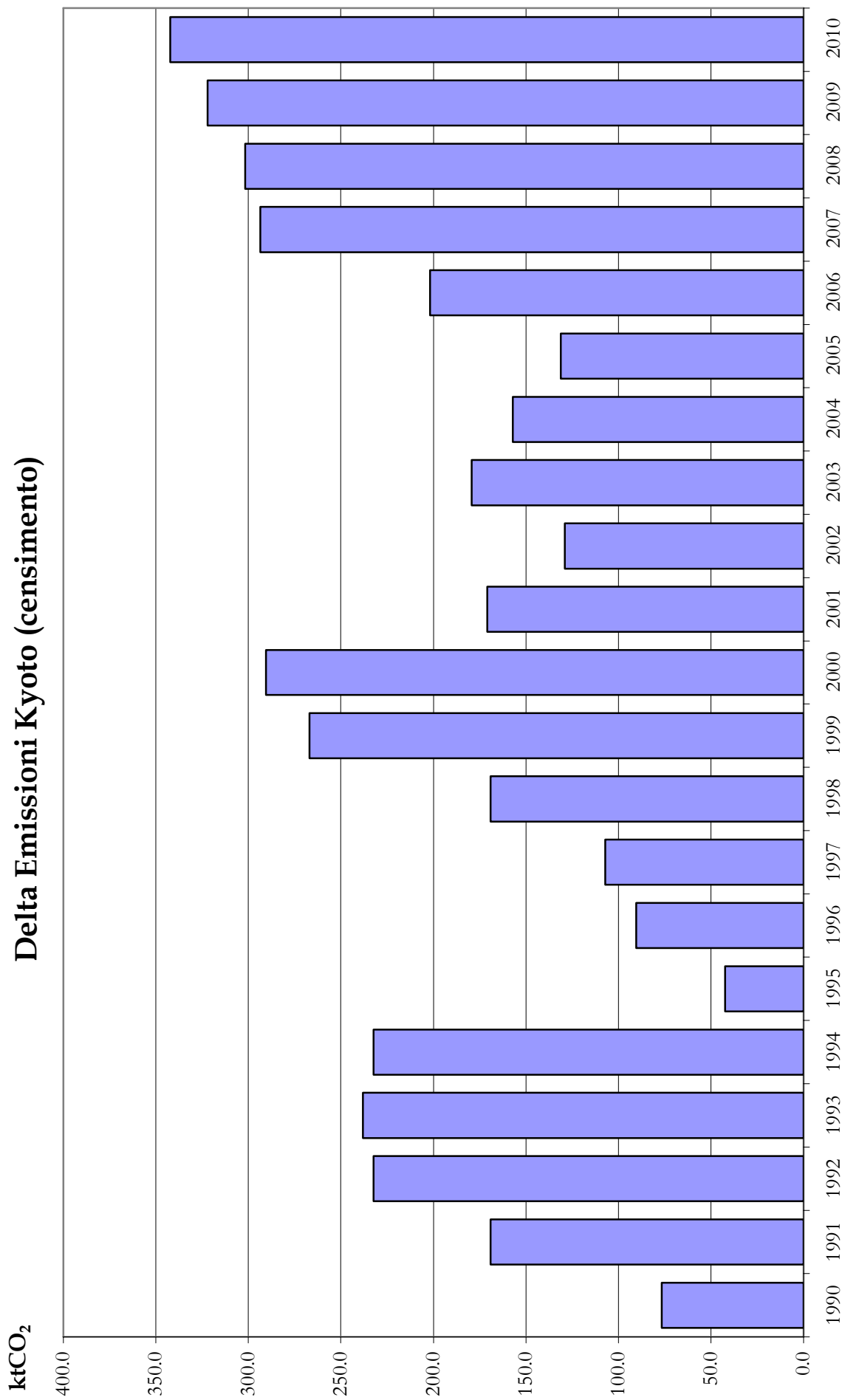


Fig. 2.10: archivio emissioni climalteranti Comune Reggio Emilia (censimento e procedura top-down).



Tab. 2.19: distanza tra i valori annuali emissioni climalteranti Comune Reggio Emilia - obiettivo Kyoto (procedura bottom - up).

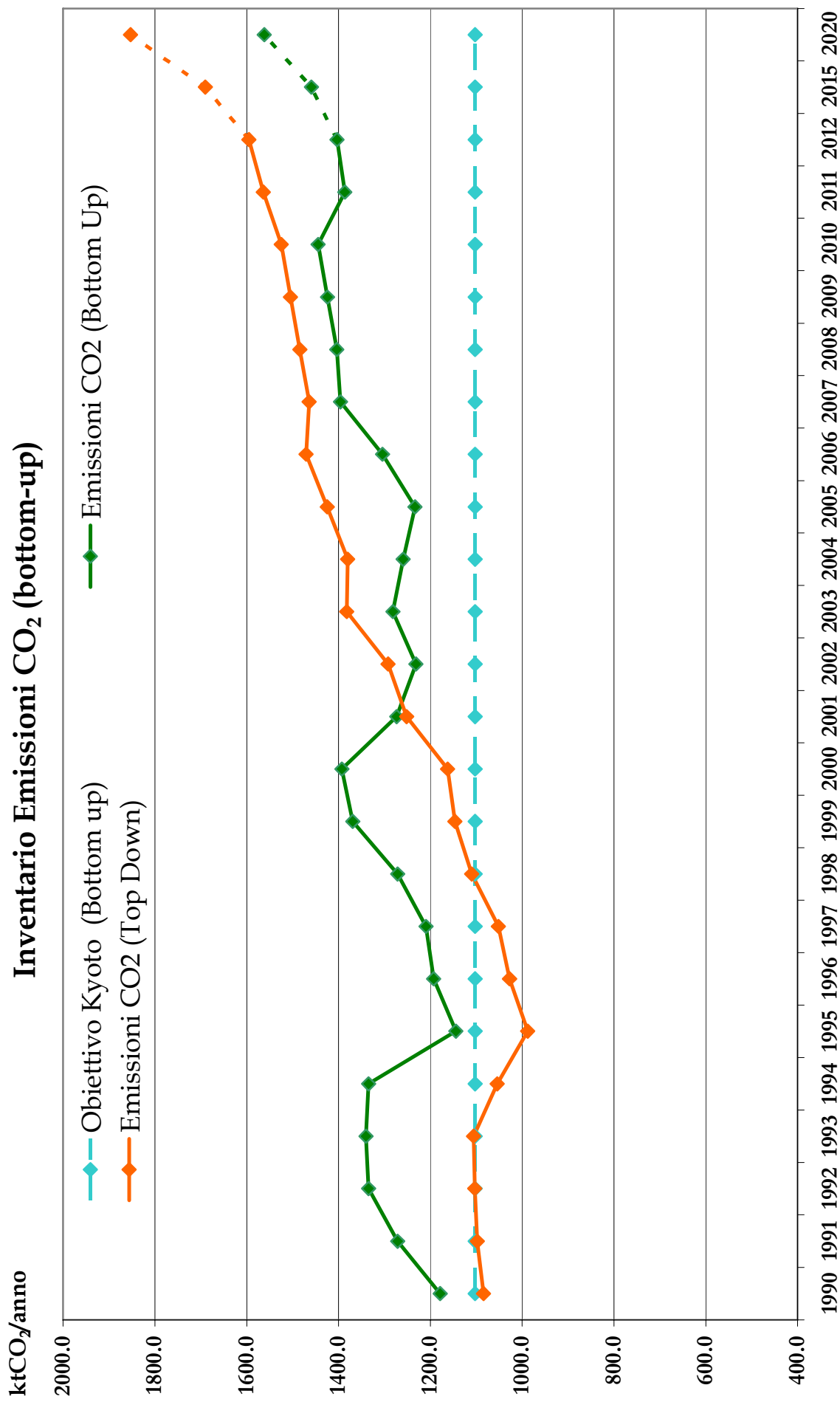


Fig. 2.11: archivio emissioni climalteranti Comune Reggio Emilia.

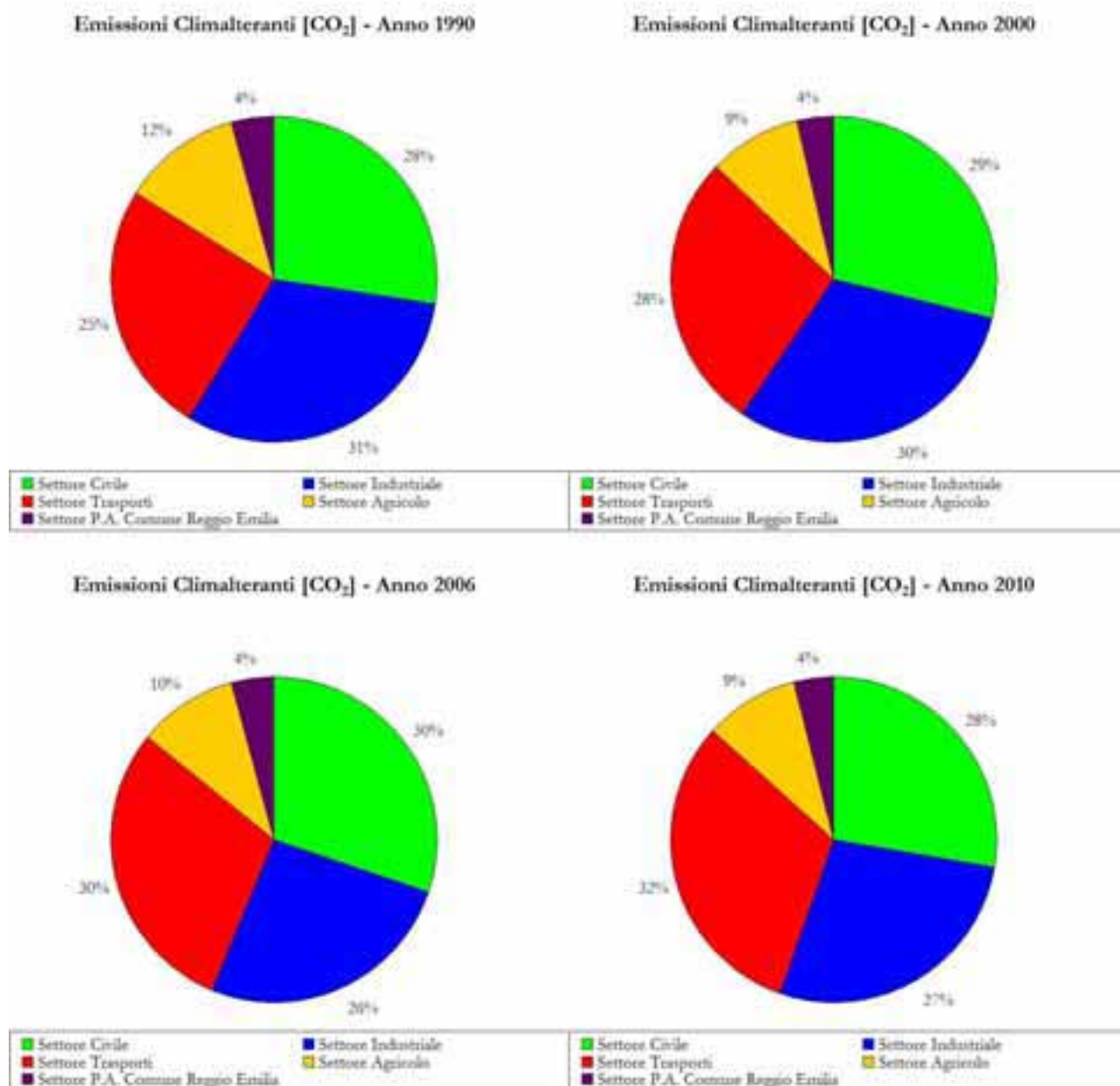


Fig. 2.12: la distribuzione delle emissioni climalteranti per usi finali in alcune annate di riferimento (note: non è stato considerato il settore di trasformazione dell'energia e i benefici ad esso correlati).

## 2.10 BIBLIOGRAFIA

- [2.1] Regione Emilia Romagna, Assessorato alle Attività Produttive, Sviluppo Economico, Piano Telematico. Servizio Politiche Energetiche. Piano Energetico Regionale 2007
- [2.2] Regione Emilia Romagna, Servizio Politiche Energetiche. Piano Energetico Regionale, 2004.
- [2.3] Issi. Studio propedeutico al Piano energetico Comunale di Reggio Emilia. Marzo 2003.
- [2.4] Ambiente Italia. Rapporto sull'inquadramento ambientale ed energetico della nuova centrale turbogas da 55 MWe del Comune di Reggio Emilia. Gennaio 2004.
- [2.5] Enia. Prospettive del teleriscaldamento a Reggio Emilia (2007-2010). Marzo 2006.
- [2.6] Enia. Comunicazioni Personali del 15 maggio 2007 e 30 agosto 2007.
- [2.7] Comune di Reggio Emilia. Conto Consuntivo Ambientale 2003-2004.
- [2.8] Comune di Reggio Emilia. Bilancio Ambientale di Previsione. 2005.
- [2.9] Comune di Reggio Emilia. Conto Consuntivo Ambientale 2005.
- [2.10] Comune di Reggio Emilia. Bilancio Ambientale di Previsione. 2006.
- [2.11] Comune di Reggio Emilia. Conto Consuntivo Ambientale 2006.
- [2.12] Comune di Reggio Emilia. Bilancio Ambientale di Previsione. 2007.
- [2.13] Enia. Teleraffrescamento. Un primato tutto reggiano. Risorsa On-line.  
<http://www.agac.it/database/agac/agac.nsf/pagine/7F4CDAE383C4383EC1256F770050D7D5?OpenDocument> ultima visita 17 Settembre 2007.
- [2.14] Direttiva 2004-156-CE 1 gennaio 2005-31 dicembre 2005. Allegato A. Coefficienti utilizzati per l'inventario delle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'inventario nazionale UNFCCC (media dei valori degli anni 2000-2003). 2004.
- [2.15] APAT, Centro Telematico Nazionale Atmosfera Clima Emissioni. Risorsa On-line.  
<http://www.inventaria.sinanet.apat.it/macrosettori.php> . ultima visita 23 Agosto 2007.
- [2.16] Dentice d'Accadia M., Sasso M., Sibilio S., Vanoli R.. Applicazioni di Energetica. Liguori Editore. Napoli 1999.
- [2.17] AEEG Delibera n. 296/05. Aggiornamento dei parametri di riferimento per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione ai sensi dell'articolo 3, comma 3.1, della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 19 marzo 2002, n. 42/02. Gazzetta Ufficiale n. 26 del 1° febbraio 2006.
- [2.18] Riccardo Battisti: Evaluation of national climate change policies in EU member states - Country report on Italy, Ecofys, luglio 2001.



- [2.19] Comune di Reggio Emilia, Provincia di Reggio Emilia, Enia. Analisi dello stato degli edifici e delle abitazioni nel Comune di Reggio Emilia – potenziale derivante dalla vendita delle quote di CO<sub>2</sub> - primi elementi di valutazione. 200X.
- [2.20] Consorzio Renergy (Assindustria). Comunicazioni Personali del 24 gennaio 2007 e del 7 settembre 2007.
- [2.21] Consorzio API (Interenergia). Comunicazioni Personali del 11 e 12 settembre 2007.
- [2.22] ARPA Comunicazione Personale del 16 gennaio 2007.
- [2.23] Regione Emilia Romagna, Attuazione della Direttiva 91/676/CEE sulla protezione delle acque dall'inquinamento provocato da nitrati provenienti da fonte agricola 2002
- [2.24] ARPA Reggio Emilia: Preliminare di Programma Anno 2006
- [2.25] ARPA Reggio Emilia: Preliminare di Programma Anno 2007
- [2.26] AUSL Reggio Emilia - Programma Attività Territoriali 2006
- [2.27] Comune di Modena – Piano Energetico Comunale 2007,
- [2.28] Comune di Reggio Emilia – Ing. R. Tupputti, Comunicazione Personale.
- [2.29] ACI - Automobil Club d'Italia" : parco veicolare al 31.12.2005. Risorsa on-line.
- [2.30] ANPA. Salvatore Saija, Mario Contaldi, Riccardo De Lauretis, Michele Ilacqua, Riccardo Liburdi Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale. I fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia. Luglio 2000. Risorsa on-line  
<http://www.inventaria.sinanet.apat.it/ept/Report/Rap2000.pdf>
- [2.31] Quattroruote. Emissioni in atmosfera da trasporto stradale per veicoli euro 4. Risorsa on-line  
[www.quattroruote.it](http://www.quattroruote.it)
- [2.32] European Commission. 4th Annual Report on CO<sub>2</sub> Emissions from New Cars. IP/04/195. Bruxelles, 12 February 2004
- [2.33] Commissione delle Comunità Europee. Progetto di Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo - Risultati del riesame della strategia comunitaria per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> delle autovetture e dei veicoli commerciali leggeri {SEC(2007) 60} {SEC(2007) 61}. Risorsa on-line  
[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/it/com/2007/com2007\\_0019it01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/it/com/2007/com2007_0019it01.pdf)
- [2.34] Commissione delle Comunità Europee. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo – Attuare la strategia comunitaria per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> delle autovetture. Prima relazione annuale sull'efficacia della strategia. Bruxelles 4 ottobre 2000.
- [2.35] Commissione delle Comunità Europee. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo – Attuare la strategia comunitaria per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> delle autovetture. Seconda relazione annuale sull'efficacia della strategia (Anno 2000) {SEC(2001) 1722}. Bruxelles 8 novembre 2001.

[2.36] Commissione delle Comunità Europee. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo – Attuare la strategia comunitaria per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> delle autovetture. Terza relazione annuale sull'efficacia della strategia (Anno 2001) {SEC(2002) 1338}. Bruxelles 9 dicembre 2002.

[2.37] Commissione delle Comunità Europee. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo – Attuazione della strategia comunitaria per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> delle autovetture. Quarta relazione annuale sull'efficacia della strategia (Anno 2002) {SEC(2004) 140}. Bruxelles 11 febbraio 2004.

[2.38] Commissione delle Comunità Europee. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo – Attuazione della strategia comunitaria per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> delle autovetture. Quinta relazione annuale sull'efficacia della strategia {SEC(2005) 826}. Bruxelles 22 giugno 2005.

[2.39] Comune di Reggio Emilia. Servizio Politiche per la Mobilità. Scheda di Avanzamento progetto Bici-Bus. 2007

[2.40] Comune di Reggio Emilia. Servizio Politiche per la Mobilità. Scheda di Avanzamento progetto Incentivi regionali per la trasformazione a gas di veicoli alimentati a benzina. 2007

[2.41] Società Autostrade. Comunicazione della Società Autostrade al Comune di Reggio Emilia, 28 febbraio 2007.

[2.42] Comune di Reggio Emilia. IUAV. Simulazione modellistica dell'inquinamento atmosferico da traffico veicolare in provincia di Reggio Emilia. Relazione Finale. Giugno 2007.

[2.43] Comune di Reggio Emilia. IUAV. Piano Urbano della Mobilità. 2007.

[2.44] Comune di Reggio Emilia – Ing. T. Paterlini, Comunicazione Personale. Comunicazioni Annuali ai sensi dell'Art. 19 della Legge n. 10/1991, a cura del tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia. Anni 1991-2005

[2.45] ANPA. inventario CORINAIR.

[2.46] Enia. Lettera del Direttore Operativo all'Assessorato Ambiente e Città Sostenibile del Comune di Reggio Emilia. 26 settembre 2008.



# 3

## Gli interventi nel settore civile





### 3.1 INTRODUZIONE

Il bilancio energetico del settore civile, sviluppato e presentato in questo capitolo, ha evidenziato alcuni aspetti particolarmente caratterizzanti che possono essere così sintetizzati:

\_ i fabbisogni di energia termica per la climatizzazione invernale delle utenze civili (residenze e terziario) sono soddisfatti per la quasi totalità mediante sistemi alimentati a gas naturale; in particolare, facendo riferimento a stime del 2005, quasi il 71 % delle utenze è servito da centrali termiche alimentate a gas naturale, mentre il 27 % di esse è direttamente allacciato alla rete di teleriscaldamento;

\_ i fabbisogni di energia elettrica mostrano un *trend* di crescita costante legato, tra l'altro, alla diffusione dei sistemi per la climatizzazione estiva;

\_ in questi anni si è registrata la realizzazione/entrata in esercizio di un considerevole numero di nuovi alloggi, anche per soddisfare le richieste connesse all'aumento demografico.

Le tre precedenti considerazioni descrivono uno scenario generale a cui è opportuno aggiungere l'osservazione che l'aumento della domanda del settore, e, con essa, delle emissioni climalteranti e inquinanti, andrà ad interessare utenze già mediamente virtuose, limitando e rendendo più problematico il campo di azione. Proprio in virtù di questa particolare situazione, i benefici che deriveranno dall'adozione degli interventi finalizzati al raggiungimento dell'efficienza energetica degli edifici potranno anche risultare modesti in valore assoluto.

### 3.2 GLI INTERVENTI PREVISTI NEL SETTORE

Le direttrici principali secondo cui sono stati individuati e definiti gli interventi proposti in questa sede discendono dal recepimento delle normali buone pratiche, come:

- promuovere l'utilizzo di soluzioni impiantistiche cogenerative (eventuale ampliamento rete teleriscaldamento, creazione di nuove reti locali);
- promuovere l'utilizzo di sistemi impiantistici caratterizzati da elevate efficienze;
- promuovere l'adozione di sistemi impiantistici alimentati da fonti rinnovabili, impianti fotovoltaici e solari termici in particolare, in virtù dei particolari incentivi che interessano il settore;
- promuovere la realizzazione di edifici ad alta/altissima efficienza energetica attraverso meccanismi su base volontaria che possono essere di supporto a quelli, già in vigore, su base obbligatoria già previsti dalla normativa nazionale;
- valutare e segnalare altri sistemi che nel prossimo futuro potrebbero trovare diffusione a livello di utenze condominiali o di strutture direzionali/commerciali (*e.g.*: *fuel cells*, microgeneratori, sistemi eolici ad asse verticale);
- valutare la potenziale efficienza di azioni e buone pratiche di risparmio energetico connesse a scelta di adesione volontaria, di un congruo numero di cittadini, a programmi di questo tipo promossi a livello comunitario.

Per ciascuna di queste direttrici di intervento sono state studiate le diverse azioni, provando a delineare le linee programmatiche per una loro efficace attuazione nell'immediato futuro: per ciascuna

di esse è stata così sviluppata una analisi energetica, e sono stati determinati i benefici ambientali con riferimento alla riduzione dei consumi da fonte fossile, nonché alla diminuzione delle emissioni di gas climalterante in atmosfera.

I risultati possono essere sintetizzati nella seguente tabella (Tab. 3.1 e 3.2), nei termini dei benefici che potrebbero essere raggiunti alle diverse scadenze (*e.g.* 2010, 2015, 2020), mettendo in opera le principali azioni presentate in forma estesa nei prossimi paragrafi.

Le tabelle forniscono anche indicazioni in merito alle risorse investite per attuare questi interventi dando una prima indicazione sui costi degli stessi.

<b>Energia Primaria Fossile</b>	<b>2008</b>		<b>2010</b>		<b>2011</b>		<b>2012</b>		<b>2015</b>		<b>2020</b>	
<b>Interventi</b>	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)
Fotovoltaico	-1	12	-13	36	-19	48	-25	59	-45	95	-76	155
Solare Termico	-2	6	-5	18	-7	24	-9	30	-14	48	-23	78
Efficienza Energetica (192 e 311)	-6	--	-18	--	-25	--	-32	--	-52	--	-86	--
Efficienza Energetica (ECOABITA)	-3	--	-8	--	-10	--	-13	--	-20	--	-32	--
Microcogenerazione	-4	4	-12	11	-16	14	-20	18	-33	28	-53	46
	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)
<b>Totale</b>	-15		-56		-78		-99		-163		-271	

Tab. 3.1. Benefici in termini di un minor utilizzo di energia primaria con la applicazione delle principali linee di intervento con indicazione dei costi associati alle stesse.

<b>Emissioni Climalteranti [CO<sub>2</sub>]</b>	<b>2008</b>		<b>2010</b>		<b>2011</b>		<b>2012</b>		<b>2015</b>		<b>2020</b>	
<b>Interventi</b>	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)
Fotovoltaico	-0.3	12	-3.9	36	-5.9	48	-7.8	59	-13.7	95	-23.5	155
Solare Termico	-0.4	6	-1.1	18	-1.5	24	-1.8	30	-2.9	48	-4.8	78
Efficienza Energetica (192 e 311)	-0.9	--	-2.9	--	-3.9	--	-5.0	--	-8.1	--	-13.4	--
Efficienza Energetica (ECOABITA)	-0.4	--	-1.2	--	-1.6	--	-2.0	--	-3.1	--	-5.0	--
Microcogenerazione	-1.1	4	-3.2	11	-4.3	14	-5.3	18	-8.5	28	-13.9	46
	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)
<b>Totale</b>	-3.0		-12.3		-17.1		-21.9		-36.4		-60.4	

Tab. 3.2. Benefici in termini delle emissioni evitate di anidride carbonica con la applicazione delle principali linee di intervento con indicazione dei costi associati alle stesse.

Dai risultati emerge che, in relazione agli interventi proposti, i benefici maggiori si otterrebbero dalla applicazione delle norme sull'efficienza energetica, dalla realizzazione di impianti fotovoltaici e quindi dalla microcogenerazione.

Se fossero rispettate le previsioni avanzate in sede di Piano Energetico, nel 2020 si otterrebbero i risultati di seguito riepilogati:

\_ minor utilizzo di energia primaria fossile, rispetto alla evoluzione naturale del *trend* della domanda:

271 GWh/anno pari a circa 23000 tonnellate equivalenti di petrolio/anno al 2020

- + 30 % rispetto ai consumi del 1990
- - 6 % rispetto ai consumi del 2006

\_ emissioni di anidride carbonica evitate, rispetto alla evoluzione naturale del *trend* delle emissioni:

- 60000 tonnellate/anno al 2020

- + 23 % rispetto alle emissioni del 1990
- - 8 % rispetto alle emissioni del 2006

Se si considera che la situazione attuale (al 2007) mostra, rispetto allo scenario di riferimento del 1990, incrementi del 43% per quanto concerne la domanda di energia primaria fossile e del 38 % per quanto riguarda le emissioni climalteranti, il risultato raggiunto appare del tutto considerevole anche alla luce del notevolissimo incremento demografico che ha interessato e sta interessando il Comune di Reggio Emilia dal 1990 ad oggi e del cambiamento dei *trend* dei consumi e delle emissioni in direzione di una loro sempre più rapida decrescita che potrebbero essere conseguiti a partire dall'annata 2008 fino ad un loro dimezzamento rispetto alla situazione attuale.

Se si valuta il rapporto benefici/costi delle diverse azioni (sebbene in certi casi non sia possibile definire lo stesso rapporto) in modo rigoroso, emerge chiaramente che gli interventi con maggiori potenzialità sono quelli che prevedono la realizzazione di impianti di microgenerazione (istogramma di Fig. 3.1).

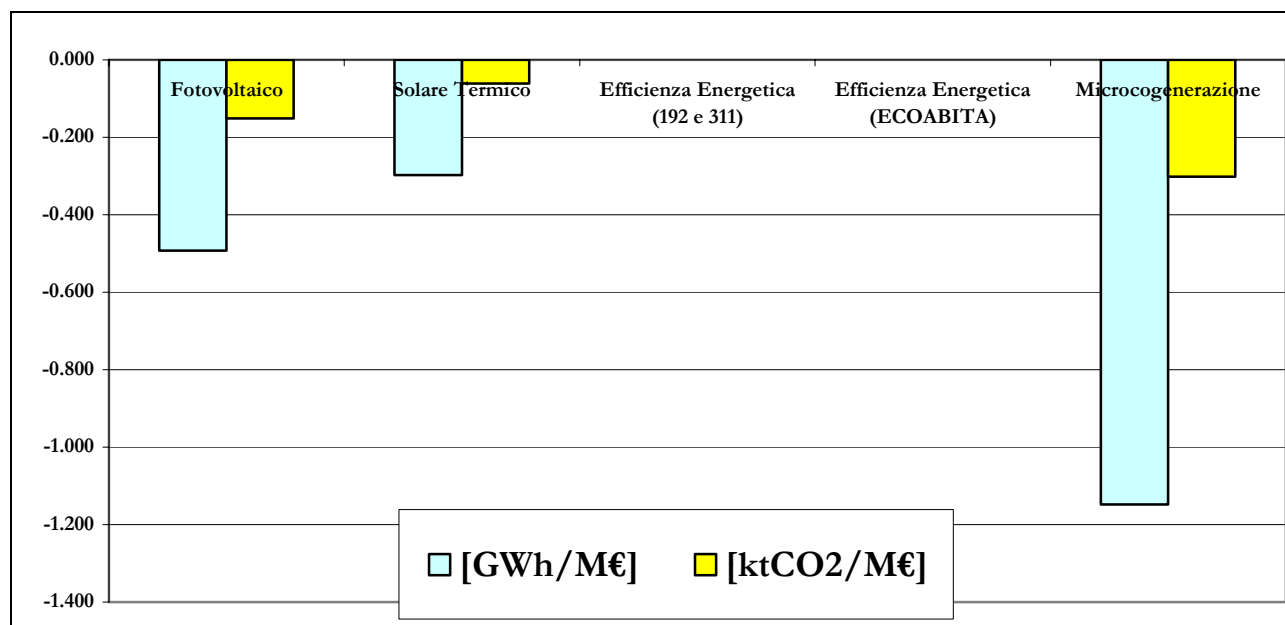


Fig. 3.1. rapporto benefici/costi delle diverse azioni previste dal Piano Energetico per il settore civile.



### 3.3 LA COGENERAZIONE

La cogenerazione o, più propriamente nel caso del settore civile, la microcogenerazione rappresenta uno degli strumenti più efficaci e concreti tra quelli immediatamente perseguibili nell'ottica di conseguire l'ottimizzazione della domanda in tempi ragionevolmente brevi.

Il concetto che sta alla base della cogenerazione è molto semplice: una volta che una certa fonte (fossile o rinnovabile) viene portata a combustione o, quando per via elettrochimica, due reagenti con potenzialità di generare energia elettrica vengono posti a contatto, si opera affinché il prodotto di queste trasformazioni sia reso disponibile in entrambe le forme elettrica e termica, secondo il criterio del massimo sfruttamento del loro potenziale energetico.

Che si analizzi il recupero dei cascami entalpici delle grandi centrali termoelettriche o dei piccoli motori cogenerativi, l'opzione appare particolarmente desiderabile perché consente di trasferire agli usi finali una considerevole quota dell'energia primaria disponibile alla fonte, limitando le dissipazioni di fatto ai soli fumi del camino e alle irreversibilità inevitabilmente caratterizzanti le singole trasformazioni.

Per poter valutare in modo compiuto i benefici, energetici e ambientali, è necessario precisare il tipo di sistema impiantistico che viene surrogato dall'entrata in esercizio di ogni nuova stazione di cogenerazione che viene realizzata.

Il grande vantaggio della cogenerazione consiste infatti nel fatto che, insieme alla fornitura di energia termica, essa rende disponibile alle utenze una quantità di energia elettrica che, sebbene spesso modesta, sarebbe stata altrimenti prodotta in una delle diverse centrali termoelettriche italiane.

A questo proposito, è opportuno precisare che la pratica comunemente adottata in letteratura ipotizza uno scenario in cui la stazione cogenerativa operi surrogando, in parte, una "ideale" centrale termoelettrica il cui rendimento elettrico è posto uguale al rendimento elettrico medio del parco termoelettrico nazionale.

La caratteristica principale della centrale termoelettrica "ideale" prima definita è che essa non opera in assetto cogenerativo disperdendo nell'ambiente tutta la potenza termica scambiata al condensatore con la sorgente fredda. Proprio le grandi dissipazioni di energia termica che caratterizzano le trasformazioni al condensatore delle maggior parte delle centrali termoelettriche italiane costituiscono la migliore promozione dei sistemi a cogenerazione.

Un discorso del tutto analogo può essere sviluppato nella valutazione delle emissioni inquinanti e climalteranti al fine di individuare quali siano le emissioni elettriche specifiche (riferite cioè all'unità di energia elettrica prodotta) da usare come riferimento nel confronto.

Si potrebbe obiettare che il valore medio nazionale delle emissioni elettriche specifiche sia in realtà più basso di quello calcolato facendo solo riferimento al parco termoelettrico nazionale, ma questa considerazione risulta vera soltanto perché il primo dato risente dell'influenza dei bassi fattori di emissioni specifica caratterizzante la quota di domanda nazionale soddisfatta con impianti alimentati da fonti rinnovabili e nucleare di importazione. Se nel primo caso l'apporto più significativo è dovuto all'effetto del grande idroelettrico, stazionario per potenza installata ormai da decenni, nel secondo caso non sembra che, almeno nell'immediato futuro alcuna iniziativa nucleare verrà messa in cantiere sul territorio nazionale.

Tale assunzione, che inizialmente può apparire artificiosa, in realtà si giustifica completamente se si considera che il bilancio termoelettrico nazionale è in deficit e che le aspettative di diffusione delle tecnologie alimentate da fonti rinnovabili (biomasse escluse), seppur significative, anche nel migliore dei casi non potranno che incidere se non in modo marginale sul bilancio energetico italiano. Tale analisi appare ancora più vera se si considera il vincolo della rete a recepire quote più significative del 20 %

(comunque elevatissime e ambiziose allo stato attuale) da tecnologie alimentate da fonti aleatorie come sole e vento.

Le precedenti considerazioni aiutano quindi a comprendere che, ogni kWh elettrico prodotto per cogenerazione finisca per sostituire un analogo kWh elettrico prodotto nella centrale termoelettrica “ideale”.

Il criterio metodologico, che verrà di qui in poi adottato, prevede così di considerare i sistemi a cogenerazione che entreranno in esercizio come sostitutivi di quote di una centrale termoelettrica “ideale”, centrale caratterizzata da rendimento elettrico pari al rendimento elettrico medio del parco termoelettrico italiano e da emissioni specifiche uguali alle emissioni specifiche medie dello stesso parco. Tale criterio dovrà peraltro essere rivisto nel momento in cui nel nostro paese si dovessero iniziare a diffondere centrali a cicli combinati o grandi stazioni di cogenerazione a biomasse, entrambe caratterizzati da bassissime emissioni specifiche. Tale futuro appare tuttavia ancora abbastanza lontano.

### 3.3.1 COGENERAZIONE: GLI SCENARI PREVISTI

Il Progetto Europeo RES-RUE Dissemination [3.1] individuava, fin dal 2003, come obiettivo raggiungibile, in linea con quanto già accade soprattutto nei paesi dell'Europa centrosettentrionale, la diffusione in Italia di 10000 gruppi di microcogenerazione per un totale di 500 MWe installati.

Il potenziale di intervento appare essere così del tutto considerevole. Occorre per prima cosa definire quale possa essere il paniere di utenze teoricamente compatibili con queste tipologie di sistemi impiantistici. Nelle analisi energetiche sviluppate in questo Piano si è ritenuto che l'applicazione di sistemi di microcogenerazione iniziasse a divenire desiderabile a partire dagli edifici condominiali multipiano, individuando nelle strutture costruite nei decenni compresi tra gli anni sessanta e ottanta del secolo scorso, spesso dotate di sistemi di riscaldamento centralizzati, in molti casi obsoleti o non efficienti, le utenze che, più delle altre, potessero trovare giovamento da queste installazioni.

I dati del censimento 2001 [3.2] riferiscono che, nel Comune di Reggio Emilia, sono in esercizio 19.248 impianti termici centralizzati ad uso di più di una unità immobiliare; mentre gli edifici censiti a più di tre piani sono 7.487. Gli stabili costruiti tra il 1946 e il 1981, caratterizzati da un numero di interni (maggiore di sedici) considerato requisito minimo per giustificare l'installazione di piccoli sistemi di microcogenerazione possono essere determinati, in relazione ai dati del censimento nel numero di 482 (Tab.3.3).

Numero di interni	Non indicato	Prima del 1919	Tra il 1919 e il 1945	Tra il 1946 e il 1961	Tra il 1962 e il 1971	Tra il 1972 e il 1981	Tra il 1982 e il 1991	Dopo il 1991	TOTALE
<b>Non indicato</b>	2283	0	0	0	0	0	0	0	2283
<b>1 interno</b>	0	856	641	794	710	658	561	631	4851
<b>2 interni</b>	0	387	398	864	976	758	453	475	4311
<b>3 interni</b>	0	267	221	362	324	272	172	176	1794
<b>4 interni</b>	0	197	104	194	165	169	145	220	1194
<b>Da 5 a 8 interni</b>	0	345	136	339	376	256	258	354	2064
<b>Da 9 a 15 interni</b>	0	132	39	165	215	192	119	266	1128
<b>16 interni e più'</b>	0	27	18	132	192	158	89	150	766
<b>Totale</b>	2283	2211	1557	2850	2958	2463	1797	2272	18391

Tab. 3.3. Edifici anno 2001 Comune di Reggio nell'Emilia. Numero di edifici per numero di interni e epoca di costruzione - (valori assoluti) [3.2]

Se si ipotizza di promuovere la microcogenerazione fino a riuscire a programmare dal 2008 in poi una media di circa 25 interventi/anno, la quota di edifici interessati a questo tipo di energy retrofit al 2010 sarebbe del 15% del totale di quelli individuati come potenzialmente interessati, per raggiungere circa il 40 % nel 2015 e il 67% nel 2020.

Il sistema considerato, a titolo di esempio, nelle analisi energetiche, è un impianto a cogenerazione alimentato a gas caratterizzato dalle seguenti specifiche tecniche.

#### Dati Energetici:

_ potenza al focolare:	70,0 kW		
_ potenza elettrica nominale:	20,0 kW	_ rendimento elettrico:	$\eta_E = 0,286$
_ potenza termica nominale:	47,5 kW	_ rendimento termico:	$\eta_T = 0,679$
_ ore di funzionamento annue previste:		4500 ore/anno	
_ dissipazioni distribuzione energia elettrica:		5,5 %	
_ dissipazioni distribuzione energia termica:		1,0 %	
_ energia elettrica annualmente prodotta:		85 MWh <sub>e</sub>	
_ energia termica annualmente prodotta:		212 MWh <sub>t</sub>	
_ energia primaria annualmente portata al focolare:		315 MWh <sub>p</sub>	
_ gas naturale annualmente consumato:		32000 Smc	

#### Dati Ambientali:

_ emissioni specifiche CO <sub>2</sub> :	0,199 kg <sub>CO2</sub> /kWh <sub>p</sub>
_ emissioni specifiche NO <sub>x</sub> :	n.d. kg <sub>NOx</sub> /kWh <sub>p</sub>

#### Dati Finanziari:

_ costo dell'impianto:	140 k€ (stima).
------------------------	-----------------

L'investimento per queste azioni, nelle quantità previste nel Piano Energetico, sarebbe oggi quantificabile in circa 3.500.000 euro ogni anno, lo 0,08% del P.I.L. generato dalle attività riferibili alla popolazione del Comune di Reggio Emilia, e determinato in base al fattore di correzione anagrafica a partire dal dato regionale [3.3].

### 3.3.2 COGENERAZIONE: I RISULTATI

#### 3.3.3 I BENEFICI ENERGETICI

La realizzazione ogni anno di venticinque piccoli sistemi cogenerativi consentirebbe, a parità di fornitura energetica, la dismissione di impianti meno efficienti oggi a servizio delle stesse utenze. Per la valutazione dei benefici energetici e ambientali occorre così considerare il macroscenario energetico di riferimento caratterizzante oggi le utenze civili del Comune di Reggio Emilia, per come esso è stato definito al Capitolo 2.

La produzione energetica annua attesa dai venticinque impianti può essere come di seguito determinata:

_ energia elettrica annualmente prodotta:	2125 MWh <sub>e</sub>
_ energia termica annualmente prodotta:	5300 MWh <sub>t</sub>
_ energia primaria annualmente portata al focolare:	7875 MWh <sub>p</sub>
_ gas naturale annualmente consumato:	800000 Smc

Per i sistemi tecnologici costituenti il *benchmark*, quei sistemi cioè che avrebbero operato per fornire equivalenti quantità di energia elettrica e termica con generazioni separate, si è fatto riferimento ai seguenti valori:

_ rendimento elettrico benchmark:	$\eta_E = 0,40$
-----------------------------------	-----------------

\_ rendimento termico benchmark:  $\eta_T = 0,80$

A parità di energia elettrica e termica prodotta, la differenza tra la domanda di l'energia primaria utilizzata per l'alimentazione dei sistemi di *benchmark* e di quella necessaria per l'alimentazione dei gruppi di microcogenerazione, rappresenta il beneficio ottenuto.

Tale beneficio è quantificabile in circa 4 GWh<sub>p</sub> annui.

	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
Intervento	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Benefici da Microcogenerazione	-4.063	-8.126	-12.19	-16.25	-20.32	-32.5	-52.82

Tab. 3.4. benefici in termini di diminuzione della domanda di energia primaria fossile da interventi di microcogenerazione nel settore civile

### 3.3.4 I BENEFICI AMBIENTALI

Dal bilancio energetico, sviluppato nel secondo capitolo è emerso che le utenze civili del Comune di Reggio Emilia mostrano allo stato di fatto i seguenti fattori di emissioni climalteranti medie:

\_ fattore di emissione specifiche CO<sub>2</sub> energia elettrica *benchmark*: 0,680 kg<sub>CO2</sub>/kWh<sub>p</sub>  
\_ fattore di emissione specifiche CO<sub>2</sub> energia termica *benchmark*: 0,224 kg<sub>CO2</sub>/kWh<sub>p</sub>

Anche in questo caso, il beneficio è individuato, a parità di fornitura energetica, calcolando la differenza tra le emissioni climalteranti, associate al funzionamento delle tecnologie di *benchmark* e quelle ipoteticamente derivanti dall'esercizio dei venticinque microcogeneratori.

Per il gas naturale sono stati considerati gli stessi fattori di emissione e coefficienti di ossidazione adottati nel Capitolo 2.

La stima che emerge da questo confronto quantifica i benefici in circa 1.000 tonnellate di emissioni di anidride carbonica evitate ogni anno.

	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
Intervento	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Microcogenerazione	-1.066	-2.133	-3.199	-4.266	-5.332	-8.532	-13.86

Tab. 3.5. benefici in termini di diminuzione delle emissioni climalteranti da interventi di microcogenerazione nel settore civile

Per l'incertezza dei dati disponibili non è stato possibile sviluppare una analisi dei benefici con riferimento al quadro delle emissioni inquinanti.

### 3.4 IL FOTOVOLTAICO

L'attenzione per le fonti energetiche rinnovabili, fotovoltaico in particolare, sta profondamente interessando la stessa attività legislativa sempre più finalizzata a promuovere le tecnologie da esse alimentate. Preso atto delle grandi attese riposte nel sole, nel vento e nell'acqua, e condivisa la volontà di promuovere la loro diffusione in modo capillare, non può essere tuttavia taciuto il grande equivoco che si commette conferendo un ruolo salvifico a queste tecnologie.

Lo scetticismo sul fatto che le loro potenziali applicazioni possano suscitare variazioni sensibili del macroscenario energetico italiano, aiutando l'Italia a risolvere la sua sete ormai endemica di energia, nasce dalla semplice considerazione che l'idea secondo cui tutte le famiglie italiane possano installare un giorno un collettore solare sul tetto della propria abitazione resta, ed è bene che resti, una pura e semplice utopia.

L'eccessivo costo delle tecnologie costituisce oggi (e molto probabilmente costituirà anche domani) una barriera difficilmente sormontabile, ne deve illudere la momentanea bolla speculativa che interessa il mercato del fotovoltaico essendo questa esclusivamente legata alla valutazione, senz'altro eccessiva, dell'energia elettrica prodotta con questa tecnologia.

Infatti, sebbene sia provato [3.4, 3.5] che un dispositivo fotovoltaico nella sua vita utile produca molta più energia elettrica di quella necessaria alla sua produzione e al suo stoccaggio post-operativo, è altrettanto evidente che nell'immediato futuro il prezzo dei dispositivi fotovoltaici non potrà diminuire più di tanto, anche a fronte del grande volume di acquisti generato dalle attese connesse ai finanziamenti in conto energia. Come quasi sempre accade è infatti la scarsità del bene a condizionare il prezzo del prodotto e la carenza di silicio sufficientemente puro e lavorato, necessario per la produzione di energia elettrica per effetto fotovoltaico, manterrà quasi certamente alti i costi di produzione, e quindi i prezzi dei moduli, anche nei prossimi anni.

Questa considerazione non deve essere tuttavia interpretata come una condanna della tecnologia fotovoltaica, ma dovrebbe invece essere anzi intesa come un tentativo di riportare la stessa tecnologia nel suo 'ambito naturale', liberandola dalle eccessive responsabilità di cui è stata gravata negli ultimi anni. La stessa analisi più ottimistica, basata sulla valutazione (non del tutto scientifica) delle esternalità [3.6, 3.7, 3.8] indotte dalla adozione di tecnologie non inquinanti come sistemi solari o *fuel cells*, sostanzialmente conferma quanto appena affermato: i tempi di ritorno degli investimenti sono in ogni caso non concorrenziali rispetto alle più comuni opportunità di investimento di natura finanziaria. Gli incentivi statali appaiono quindi strumenti necessari a generare, ma non sufficienti a sostenere, quella economia di scala che consentirebbe la definitiva nascita di un mercato delle energie rinnovabili. Ridimensionate le aspettative miracolistiche riposte su queste tecnologie, si può finalmente ragionare serenamente sulla loro efficacia nell'ambito delle possibili scelte di politica energetica.

Le installazioni fotovoltaiche sono caratterizzate da una grande duttilità di applicazione legata alla intrinseca facilità di connessione con le reti energetiche tradizionali. Gli impianti fotovoltaici possono essere realizzati in configurazioni di impianti su terra, così come possono essere previsti in applicazioni a valenza architettonica sia nei nuovi interventi, sia negli interventi di riqualificazione energetica. L'avvento del silicio amorfo, ha ulteriormente ampliato le possibilità di applicazione dei dispositivi fotovoltaici esaltando le loro caratteristiche di elementi architettonici.

Le applicazioni a valenza architettonica dei sistemi solari sono ormai numerosissime. I così detti BIPV (*Building Integrated PhotoVoltaic systems*), sistemi fotovoltaici integrati negli edifici, ad esempio, sono caratterizzati da una ricchissima letteratura, anche in relazione a grandi applicazioni.

Tuttavia, il problema dell'integrazione architettonica degli impianti fotovoltaici non va sommariamente liquidato, ma deve essere invece affrontato con molta attenzione per evitare di incorrere in aberrazioni tecnologiche o, ancor peggio in distorsioni di politica energetica.

Un primo problema è connesso agli aspetti dell'integrazione degli impianti nell'involucro. Ormai appare sempre più evidente che architettura e nuove tecnologie non devono restare cristallizzate nel loro platonico mondo delle idee, ma devono invece dialogare, confrontarsi, finanche affrontarsi. Secondo questa visione hegeliana del dualismo architettura – tecnologia, le due dovranno innanzi tutto definire rigorosamente i loro ambiti, affrontare quindi una fase antitetica di dibattito e di critica costruttiva, raggiungendo infine una sintesi che possa armonizzare le rispettive istanze. Questo ultimo risultato, ovviamente, non potrà essere sempre raggiunto: costituirebbe un errore forzare l'architettura ad accogliere tecnologie aliene ai suoi canoni o penalizzare l'efficienza dei sistemi impiantistici in vista di risultati puramente estetici. Esiste quindi un mondo intermedio, che deve essere ancora in gran parte esplorato, in cui i nuovi sistemi tecnologici si integrano completamente nell'edificio andando ad armonizzarsi nelle sue forme.

Questo mondo intermedio, sfortunatamente, non sempre riesce ad essere recepito dal normatore. Nell'ultimo Decreto Ministeriale sul fotovoltaico, infatti, viene concesso un incentivo straordinariamente elevato agli impianti così detti "integrati". Per il riconoscimento dell'integrazione architettonica il Decreto richiede, ad esempio, che i moduli fotovoltaici siano installati a "sostituzione dei materiali di rivestimento di tetti, coperture, facciate di edifici e fabbricati con moduli fotovoltaici aventi la medesima inclinazione e funzionalità architettonica della superficie rivestita". Ciò introduce due potenziale criticità, la prima connessa all'interruzione della continuità del manto di copertura con potenziali rischi di infiltrazioni di acqua piovana, la seconda, alla "erosione" dell'elemento scambiante di involucro posto a protezione termica dell'edificio proprio nella porzione in cui è realizzato l'impianto fotovoltaico.

La disposizione assume poi tratti quasi paradossali se si esamina il comportamento nella stagione estiva. Nel caso di sottotetti e mansarde abitabili (diffusissime nel nord Italia anche per gli elevati costi dell'edilizia), infatti, l'installazione di moduli può essere la causa di un peggioramento delle condizioni climatiche *indoor* se non di un considerevole aumento dei carichi frigoriferi per il raffrescamento. E' di tutta evidenza, infatti, che un modulo fotovoltaico integrato agisce da assorbitore, trasferendo la quota di energia solare non trasformata in energia elettrica, e degradatasi in calore, preferenzialmente verso l'interno dell'edificio.

Un secondo grande tema è legato alla realizzazione di impianti fotovoltaici e solari, più in generale, sulle coperture di edifici del centro storico.

Proprio in sede di piano energetico può essere così opportuno esprimere alcune considerazioni sulla effettiva opportunità di perseguire l'installazione di impianti solari sui tetti della città storica, sottolineando il rischio di arrecare un serio *vulnus* alla stessa per ottenere, in fin dei conti, benefici energetici e ambientali, piuttosto modesti.

I Decreti Legislativi del 19 agosto 2005, n. 192, e del 29 dicembre 2006, n. 311, lasciano purtroppo diverse "zone d'ombra" non andando a definire in modo chiaro e incontrovertibile le categorie di edifici che si possono sottrarre agli obblighi cogenti ad eccezione di luoghi monumentali e di culto.

Allo stato attuale sussiste così l'eventualità che ogni volta che una unità strutturale sita entro la città storica, ma non direttamente tutelata, sarà interessata da interventi soggetti al rispetto delle norme dei Decreti Legislativi, essa potrebbe non sottrarsi l'obbligo di dotarsi di sistemi impiantistici solari, esterni all'involucro, decisamente impattanti.

La scelta di decrementare la quota della domanda di energia termica per acqua sanitaria da soddisfare con l'impianto solare dal 50 % al 20 % insieme a quella, un po' incomprensibile e incongrua con le finalità di risparmio energetico, di prevedere obbligatoriamente impianti fotovoltaici di potenza minima 200 W a servizio delle abitazioni, non sembrano essere misure sufficientemente efficaci nell'evitare il rischio di un incontrollata diffusione di tetti solari.

Occorrerà forse pensare di introdurre ulteriori vincoli o prevedere deroghe a livello Comunale sull'installazione di impianti solari nella Città Storica. Un tale ragionamento potrebbe essere finanche spinto a prevedere di dedicare zone, non pregiate dal punto di vista architettonico, come copertura di strutture direzionali e/o industriale, dove delocalizzare il fotovoltaico non realizzato sui tetti cittadini.

Dal punto di vista finanziario, gli investimenti nel settore del fotovoltaico alle latitudini del Comune di Reggio Emilia, non rappresentano sicuramente l'opzione più attraente. Tuttavia, alla luce delle garanzie concesse dalle case produttrici sui moduli, della grande affidabilità degli stessi sistemi, e dei meccanismi di leva finanziaria introdotti negli ultimi anni dai principali istituti di credito, la disposizione di somme per la realizzazione di impianti fotovoltaici è ormai considerata come un investimento alternativo all'acquisto di titoli di stato a lunga scadenza.

### 3.4.1 FOTOVOLTAICO: GLI SCENARI PREVISTI

Come detto, le potenzialità delle tecnologie fotovoltaiche non possono essere certamente ritenute straordinarie se si fa riferimento all'Emilia Romagna. Gli impianti fotovoltaici mostrano infatti, nei siti del Comune di Reggio Emilia, potenzialità contenute: la producibilità attesa da un impianto in silicio cristallino può essere in prima approssimazione ritenuta pari a circa 1.100 kWh/kW di picco installato [3.9].

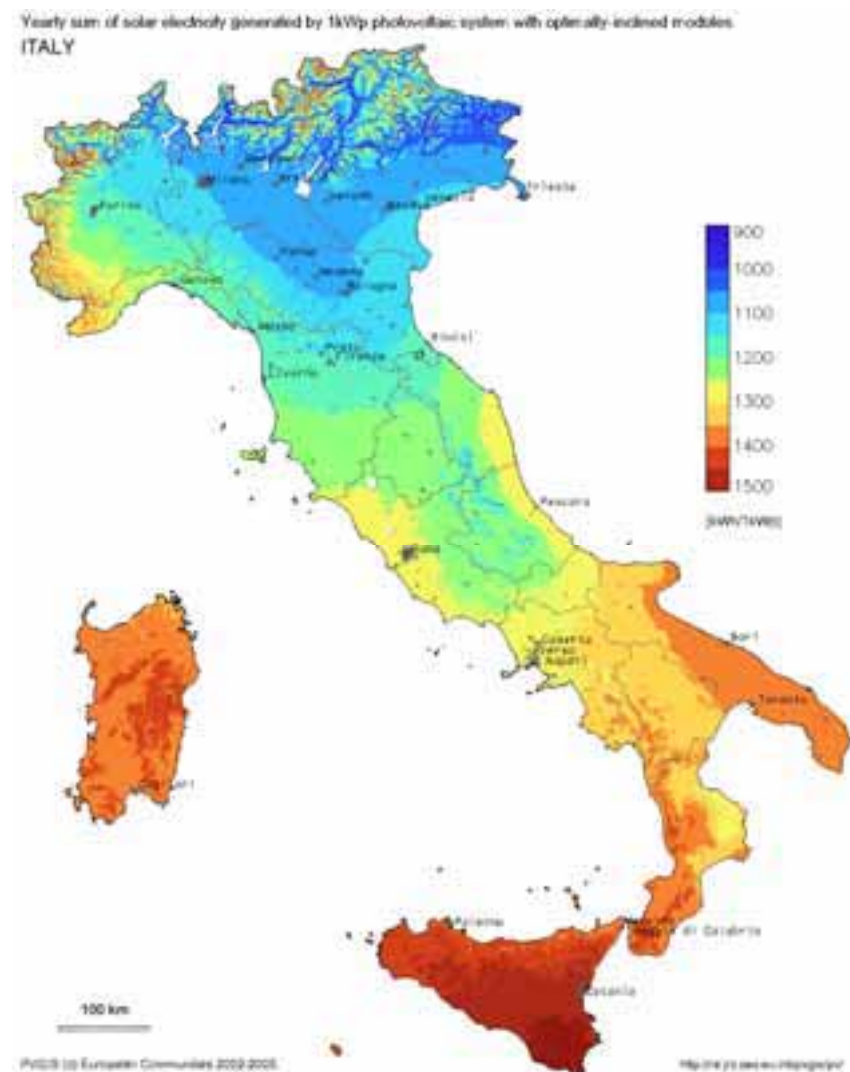


Fig. 3.2: potenzialità energetiche sistemi fotovoltaici in Italia [3.9]

L'irraggiamento limitato, 1595 kWh/m<sup>2</sup> anno, anche per impianti perfettamente orientati (angolo di azimut 0°, angolo di tilt 32°), dei siti di installazione di Reggio Emilia non consente infatti di realizzare interventi altrettanto premianti, in termini energetici e finanziari, rispetto a quelli ottenibili da analoghi siti nel sud Italia.

Questi risultati non molto incoraggianti non devono tuttavia disincentivare dal promuovere una tecnologia che, se proposta in modo adeguato, può rappresentare un utilissimo strumento per l'attuazione di sapienti politiche energetiche.

Una recente analisi sul ciclo di vita dei sistemi fotovoltaici integrati [3.4] ha infatti dimostrato che anche alle nostre latitudini, l'energia resa dai moduli fotovoltaici durante la loro vita utile supera abbondantemente quella spesa per la loro realizzazione, manutenzione e dismissione.

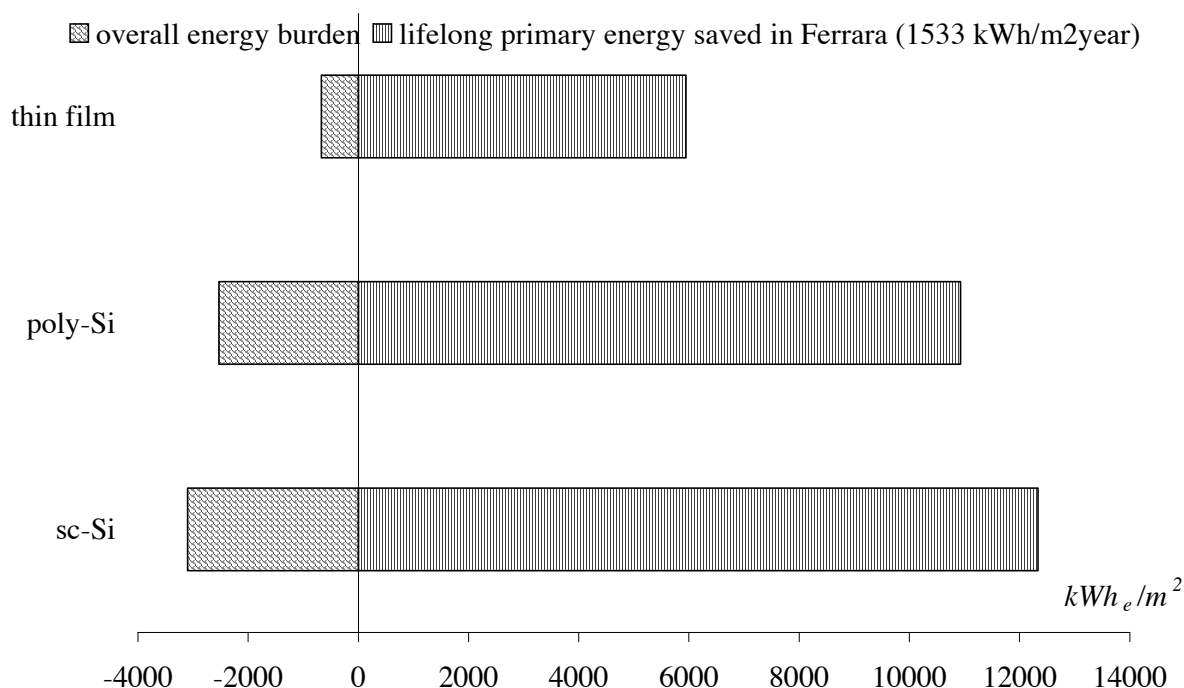


Fig. 3.3: analisi LCA di sistemi fotovoltaici integrati in copertura [G. Bizzarri, G. L. Morini: "A LCA of roof integrated photovoltaic systems", 2007 Int. Jour. of Env. Technology and Management")

Facendo ora riferimento agli indici economico/energetici ed economico/ambientali definiti nel primo capitolo, nel caso del fotovoltaico, ipotizzando:

costo della tecnologia : 6 k€/kW<sub>e</sub>

si trova:

– I<sub>ee</sub> (economico-energetico<sup>1</sup>): 457 kWh<sub>p</sub> / anno\*k€

– I<sub>ea<sub>CO2</sub></sub> (economico-ambientale CO<sub>2</sub><sup>2</sup>) 141 kg CO<sub>2</sub> / anno\*k€

<sup>1</sup> definito come il rapporto tra il decremento annuo in termini di fabbisogno di energia primaria fossile ottenuto con l'adozione di una certa tecnologia/politica di intervento, e il costo di investimento (in k€)

<sup>2</sup> definito come il rapporto tra la riduzione annua delle emissioni rispettivamente di anidride carbonica, ossidi di azoto e polveri sottili, ottenibile con l'attuazione di un certo intervento e il costo del relativo investimento (sempre in k€)



–  $I_{ea_{NOX}}$  (economico-ambientale  $NO_x$  <sup>5</sup>)      311 g NOX/ anno\*k€

–  $I_{ea_{polveri}}$  (economico-ambientale polveri <sup>5</sup>)      n.d.

Nell'analisi degli scenari previsti, sono state considerate sia le azioni già in attuazione, sia quelle in programmazione, sia tutti gli altri interventi che potrebbero essere posti in cantiere semplicemente sulla base delle normali dinamiche di mercato.

Esse possono essere sintetizzate come di seguito.

#### – 1 CONTO ENERGIA (PERIODO 2005-2006)

ADESIONE: SU BASE VOLONTARIA

POTENZA INSTALLATA:      135,0 kW (i)  
   203,1 kW (ii)

RISORSE INVESTITE:      810,000 k€ (PRIVATI) (i)  
   1218,600 k€ (PRIVATI) (ii)

(i)      impianti in esercizio al 12-09-2007 (dati ufficiali GSE)

(ii)      impianti ammessi alla tariffa incentivante ma non ancora in esercizio al 31-7-2007 (dati ufficiali GSE). *H<sub>p</sub>*: in esercizio entro fine 2007

#### – 2 CONTO ENERGIA 2007 per ciascun anno 2009-2020 (STIME)

ADESIONE: SU BASE VOLONTARIA

POTENZA INSTALLATA: ≈      335 kW (iii)

RISORSE INVESTITE:      2 010,000 k€ (PRIVATI) (iii)

(iii)      stima nell'ipotesi di entrata in funzione, per ciascuno degli anni dal 2009 in poi, di una potenza annua pari a quella delle domande presentate a GRTN (ammesse e non ammesse) nel marzo 2006, in virtù dell'innalzamento del tetto di potenza incentivata e dell'accesso sostanzialmente garantito alle tariffe incentivanti.

#### – 3 D.Lgs.192/2005 e S.M.I.: per ciascun anno 2009-2020 (STIME)

ADESIONE: SU BASE OBBLIGATORIA (in attesa delle Linee Guida Decreto 192)

POTENZA INSTALLATA: ≈      1 100 kW (iv)  
   104 kW (v)

RISORSE INVESTITE: ≈      6 600,000 k€ (PRIVATI) (iv)  
   625,000 k € (PRIVATI) (v)

(iv)      stima elaborata facendo riferimento ad uno scenario in cui il 40% degli alloggi appartenenti a nuovi edifici (stime su dati assessorato urbanistica), soggetti alle prescrizioni del D.Lgs192 e s.m.i., siano interessati dall'installazione di impianti fotovoltaici di potenza di picco 2,5 kW. Tale potenza appare infatti essere la più desiderabile se si considera che le utenze civili, per semplicità contrattuale,

normalmente optano per la modalità di connessione alla rete così detta dello *scambio su posto*, e che, con la normativa attuale, le sovra-produzioni di energia elettrica rispetto ai consumi, danno diritto a un credito sui futuri consumi che viene escusso dopo tre anni. Se si fa ora riferimento al consumo annuo medio di energia elettrica delle utenze civili in Emilia Romagna (2700 kWh<sub>e</sub>) e alla produttività media attesa dagli impianti (1100 kWh<sub>e</sub>/kWp), appare evidente che la taglia più desiderabile risulta essere circa 2,5 kWp.

(v) stima elaborata facendo riferimento ad uno scenario in cui il 12,5% degli alloggi di edifici sottoposti per ristrutturazione (stime su dati assessorato urbanistica), alle prescrizioni del D.Lgs192 e s.m.i., siano interessati dall'installazione di impianti fotovoltaici di potenza di picco 2,5 kW. Proprio in virtù della stessa considerazione espressa per la recedente categoria, anche in questo caso tale potenza appare infatti essere la più desiderabile.

Per gli anni successivi al 2010, in cui si ritiene alquanto probabile rallentamento dell'espansione urbana, si è comunque continuato a considerare lo stesso valore di potenza cumulata dai punti (iv) e (v) considerando che in un certo modo la minore edificazione sarà compensata da una più decisa riqualificazione del patrimonio edilizio esistente sempre in osservanza delle norme del D.Lgs. 192-2005 e s.m.i..

#### \_ 4 NUOVO R.U.E. – PROTOCOLLO ECOABITA per ciascun anno 2009-2020 (STIME)

ADESIONE: SU BASE VOLONTARIA

POTENZA INSTALLATA: ≈ 104 kW (vi)

RISORSE INVESTITE: 625,000 k€ (PRIVATI) (vi)

(vi) stima elaborata facendo riferimento ad uno scenario in cui un ulteriore 12,5% degli alloggi di edifici sottoposti a ristrutturazione (stime su dati assessorato urbanistica) alle prescrizioni del D.Lgs192 e s.m.i., rispetto a quelli previsti al punto (v) siano interessati dall'installazione di impianti fotovoltaici sempre di potenza di picco 2,5 kW.

Se si sommano tutte le azioni precedentemente descritte, si può stimare che la spesa cumulata degli interventi fino al 2020 sia di circa 120000 k€, con un esborso medio annuo di circa 8500 k€, pari allo 0,2 % del P.I.L. riferito alle attività comunali.

#### 3.4.2 FOTOVOLTAICO: I RISULTATI

#### 3.4.3 FOTOVOLTAICO: I BENEFICI ENERGETICI

I benefici energetici sono stati valutati rispetto ad uno scenario di confronto nel quale l'energia elettrica da fotovoltaico verrebbe diversamente prodotta con le altre tecnologie disponibili nel macrosenario italiano.

Per calcolare l'energia primaria fossile risparmiata grazie all'esercizio di un impianto fotovoltaico deve così essere impostato il seguente bilancio energetico:

$$E_p = \frac{E_{PV}\eta_{AUTO}}{\eta_{ES}}$$

dove:

\_  $E_p$  è l'energia primaria fossile risparmiata

–  $E_{PV}$  è l'energia elettrica prodotta con l'impianto fotovoltaico

–  $\eta_{AUTO} = 0,997$  è il rendimento al netto delle dissipazioni nel caso che l'energia sia "autoconsumata", cioè utilizzata direttamente dal produttore o da altre utenze a lui vicine. Tale rendimento è stato stimato con riferimento a quanto indicato nel Piano Energetico 2007 della Regione Emilia Romagna, per gli autoproduttori ai sensi del D. Lgs. n. 79/99, art. 2, comma 2.

–  $\eta_{ES} = 0,400$  è il rendimento elettrico medio della tecnologia di *benchmark*, normalmente coincidente con il rendimento medio caratterizzante il parco termoelettrico nazionale in cui, in questo caso, sono stati detratte, in via cautelativa, le dissipazioni per trasmissione e trasformazione, giungendo a un valore del 40 % anche in linea con quanto previsto dalla Delibera della Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG) n. 296/05.

Se si fa riferimento ad una produzione di energia elettrica valutata in prima approssimazione in circa 1100 kWh<sub>e</sub>/kW<sub>p</sub> caratterizzante mediamente gli impianti fotovoltaici in silicio cristallino, può essere stimato un beneficio in termini di un minor consumo di energia primaria pari a circa 2742 kWh per ogni kW di picco in esercizio.

Facendo riferimento alle azioni di intervento prima definite, possono essere calcolati i seguenti benefici energetici:

– 1 <u>CONTO ENERGIA</u> (PERIODO 2005-2006)	- 0,927 GWh <sub>p</sub> annui.
– 2 <u>CONTO ENERGIA</u> 2007	- 0,918 GWh <sub>p</sub> annui.
– 3 <u>D.Lgs.192/2005 e S.M.I.:</u>	- 3,302 GWh <sub>p</sub> annui.
– 4 <u>NUOVO R.U.E. – PROTOCOLLO ECOABITA</u>	- 0,286 GWh <sub>p</sub> annui.

che, aggregati, porgono la seguente tabella:

<b>Intervento</b>	<b>2007</b> (GWh)	<b>2008</b> (GWh)	<b>2009</b> (GWh)	<b>2010</b> (GWh)	<b>2011</b> (GWh)	<b>2012</b> (GWh)	<b>2015</b> (GWh)	<b>2020</b> (GWh)
Benefici da Fotovoltaico	-0.927	-0.927	-6.36	-12.72	-19.08	-25.44	-44.517	-76.315

Tab. 3.6. benefici in termini di diminuzione della domanda di energia primaria fossile da realizzazione di impianti fotovoltaici nel settore civile

#### 3.4.4 FOTOVOLTAICO: I BENEFICI AMBIENTALI

Per la valutazione dei benefici ambientali in termini di emissioni climalteranti e inquinanti evitate, si deve far riferimento al fattore di emissione specifica come definiti da letteratura.

Recentemente l'istituto ETH Zurich, Institut fur Verfahrens und Kaltetechnik (IVUK), è giunto ad una stima abbastanza precisa di questi fattori. Lo stesso recente bando promosso nel 2007 dal Ministero per lo Sviluppo Economico finalizzato alla promozione delle fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica e/o termica tramite agevolazioni alle piccole e medie imprese, ai sensi del D.M. n. 337/2000, ha previsto di considerare questi valori per procedere alla stima delle emissioni evitate.

Nel caso di impianti fotovoltaici a servizio di utenze civili si può ragionevolmente assumere che l'elettricità prodotta dagli impianti sia consegnata in bassa tensione e verosimilmente consumata da utenze finali comunque prossime al sito di produzione.

In questo caso i valori da considerare per la valutazione emissioni specifiche evitate risultano essere:

766,8 gCO<sub>2</sub>/kWh<sub>e</sub>

1,699 gNO<sub>x</sub>/kWh<sub>e</sub>

I benefici ambientali sono così quantificati:

#### EMISSIONI CLIMALTERANTI

- \_ 1 CONTO ENERGIA (PERIODO 2005-2006) - 285 t<sub>CO2</sub> annui.
- \_ 2 CONTO ENERGIA 2007 - 283 t<sub>CO2</sub> annui.
- \_ 3 D.Lgs.192/2005 e S.M.I.: - 1 016 t<sub>CO2</sub> annui.
- \_ 4 NUOVO R.U.E. – PROTOCOLLO ECOABITA - 88 t<sub>CO2</sub> annui.

che, aggregati, porgono la seguente tabella:

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
Intervento	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Fotovoltaico	-0.285	-0.285	-1.956	-3.913	-5.869	-7.826	-13.695	-23.478

Tab. 3.7. benefici in termini di diminuzione delle emissioni climalteranti da realizzazione di impianti fotovoltaici nel settore civile

#### EMISSIONI INQUINANTI

Con analogo procedimento possono essere valutati i benefici in termini di emissioni inquinanti evitate con le quattro azioni prima descritte.

- \_ 1 CONTO ENERGIA (PERIODO 2005-2006) - 105 kg<sub>NOx</sub> annui.
- \_ 2 CONTO ENERGIA 2007 - 104 kg<sub>NOx</sub> annui.
- \_ 3 D.Lgs.192/2005 e S.M.I.: - 375 kg<sub>NOx</sub> annui.
- \_ 4 NUOVO R.U.E. – PROTOCOLLO ECOABITA - 32 kg<sub>NOx</sub> annui.

### 3.5 SOLARE TERMICO

Le difficoltà che si incontrano nel tentativo di stringere insieme in modo sinergico forme architettoniche ed esigenze impiantistiche sono spesso ulteriormente esasperate dalla complessità dei fenomeni energetici che hanno luogo tra edificio e circostante. L'edificio può essere visto come un organismo il cui sostentamento è garantito dalla fornitura di energia termica ed elettrica. Come per gli organismi il benessere discende da una dieta sana, per il sistema edificio, il benessere è legato ad una efficace gestione della sua energetica che inizia da una buona progettazione e continua con un esercizio adeguatamente pianificato, in cui le tecnologie solari possono e devono giocare un ruolo importante. Se il sistema impiantistico solare è ben progettato, esso potrà generare oltre ai benefici diretti connessi alla autoproduzione anche benefici secondari, non trascurabili, legati all'ottimizzazione della domanda termica.

La strada che unisce architettura e tecnologie solari è dunque buona e virtuosa, ma, come sempre accade, non prescinde dalle leggi della fisica e dalle potenzialità energetiche dei materiali. Occorre così percorrerla con decisione facendo però esercizio di sapienza e misura, consci del fatto che gli impianti solari, fotovoltaici o termici che siano, non saranno la soluzione dei problemi energetici del nostro tempo.

Gli impianti solari sono in ogni caso sempre desiderabili in quanto consentono di ottimizzare la domanda di energia legata alla produzione dell'acqua calda sanitaria ed eventualmente al riscaldamento, sfruttando la gratuità della fonte solare. Recentemente si stanno diffondendo soluzioni impiantistiche più articolate che consentono anche di produrre energia frigorifera attuando il così detto *solar cooling*.

Alla latitudine di Reggio Emilia, la realizzazione di impianti solari con potenzialità di contribuire efficacemente alla climatizzazione invernale appare problematica e può essere prevista soltanto al verificarsi di più condizioni: la presenza di edifici ben coibentati, caratterizzati da impianti di riscaldamento a bassa temperatura (e.g. pannelli radianti) e soprattutto, per consentire una efficiente captazione della fonte solare, la scelta di collettori solari sotto vuoto con impianto di circolazione forzata. Appare evidente che solo raramente tutte le precedenti condizioni sono soddisfatte.

La realizzazione di impianti solari per la sola produzione di acqua sanitaria, invece, rappresenta un intervento abbastanza semplice e non presenta costi di impianto eccessivi. Anche per questo motivo sia la normativa nazionale che quella locale tendono a promuovere la adozione di impianti solari termici attraverso una duplice via, obbligatoria (D.Lgs. 192-2005 e s.m.i.) e volontaria (ECOABITA). La realizzazione di questi impianti è peraltro oggetto di ulteriori particolari incentivazioni di natura fiscale, essendo consentita la detrazione di più della metà della spesa sostenuta.

L'apporto al raggiungimento degli obiettivi di Kyoto dalla tecnologia solare termica, sarà quindi significativo non tanto nei termini delle potenzialità energetiche derivanti dal singolo intervento, quanto piuttosto per la diffusione che nel prossimo futuro, caratterizzerà questi impianti in osservanza delle disposizioni di legge legate al recepimento della Direttiva della 2002-91-CE sull'efficienza energetica degli edifici.

Come per gli impianti fotovoltaici, anche nel caso del solare termico, appare essenziale riuscire a individuare adeguati strumenti di tutela che possano completare quelli già previsti dalla normativa vigente al fine di tutelare i tetti della città storica da un inopportuno affollamento di impianto solari.

#### 3.5.1 SOLARE TERMICO: GLI SCENARI PREVISTI

Gli impianti solari, esattamente come quelli fotovoltaici, operano sfruttando entrambe le componenti della radiazione solare, la luce diretta e la luce diffusa. Ne consegue che i criteri secondo

cui sono normalmente progettati gli impianti solari termici non si discostano molto da quelli previsti per i sistemi fotovoltaici e che le risorse disponibili sia equivalente.

Come verrà successivamente spiegato nella sezione del bilancio energetico, la disgregazione energia solare – energia termica, il processo cioè che avviene nell'assorbitore, avviene spontaneamente diversamente dalla trasformazione energia solare – energia elettrica che richiede invece la presenza di un materiale con caratteristiche fotovoltaiche ed è, di conseguenza, notevolmente penalizzata in termini di rendimento rispetto alla prima.

Facendo ora riferimento agli indici economico/energetici ed economico/ambientali definiti nel primo capitolo, per il solare termico si può ipotizzare:

costo della tecnologia :  $2 \text{ k€}/\text{kW}_e$

si trova:

–  $I_{ee}$  (economico-energetico<sup>3</sup>):  $350 \text{ kWhp} / \text{anno} \cdot \text{k€}$

–  $I_{ea_{CO_2}}$  (economico-ambientale  $CO_2$ <sup>4</sup>)  $60 \text{ kg } CO_2 / \text{anno} \cdot \text{k€}$

–  $I_{ea_{NOX}}$  (economico-ambientale  $NO_x$ <sup>5</sup>)  $62 \text{ g } NOX / \text{anno} \cdot \text{k€}$

–  $I_{ea_{polveri}}$  (economico-ambientale polveri<sup>5</sup>) n.d.

Nell'analisi degli scenari di intervento previsti, sono state considerate soprattutto le azioni connesse al rispetto delle direttive obbligatorie nazionali (D.Lgs. 192-2005 e s.m.i.) e un certo numero di buone pratiche associate alla adesione volontaria al protocollo locale ECOABITA e alla realizzazione di impianti solari nell'ambito degli strumenti di detrazione previsti dalle ultime Leggi Finanziarie.

Le azioni precedenti possono essere sintetizzate come di seguito.

– 1 D.Lgs.192/2005 e S.M.I.: per ciascun anno 2008-2020 (STIME)

ADESIONE: SU BASE OBBLIGATORIA (in attesa delle Linee Guida Decreto 192)

POTENZA INSTALLATA:  $\approx$   $2\,750 \text{ kW}$  (i)  
 $167 \text{ kW}$  (ii)

RISORSE INVESTITE:  $\approx$   $5\,500,000 \text{ k€}$  (PRIVATI) (i)  
 $333,000 \text{ k€}$  (PRIVATI) (ii)

(i) stima elaborata facendo riferimento ad uno scenario in cui il 100% degli alloggi appartenenti a nuovi edifici (stime su dati assessorato urbanistica), soggetti alle prescrizioni del D.Lgs192 e s.m.i., siano interessati dall'installazione di impianti solari con la potenzialità di fornire almeno il 50 % del fabbisogno annuo di energia per la produzione di acqua calda sanitaria (ipotizzando quindi che essi si trovino al di fuori della città storica). Nello sviluppo delle analisi energetiche sono state assunte le seguenti ipotesi: ciascun alloggio è caratterizzato da una superficie di  $70 \text{ m}^2$  ed è abitato da 3 persone; il fabbisogno medio annuo di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria è stimato dal

<sup>3</sup> definito come il rapporto tra il decremento annuo in termini di fabbisogno di energia primaria fossile ottenuto con l'adozione di una certa tecnologia/politica di intervento, e il costo di investimento (in k€)

<sup>4</sup> definito come il rapporto tra la riduzione annua delle emissioni rispettivamente di anidride carbonica, ossidi di azoto e polveri sottili, ottenibile con l'attuazione di un certo intervento e il costo del relativo investimento (sempre in k€)

Piano Energetico Regionale 2007 in 1000 kWhp/persona, ne consegue che ciascun impianto consentirà risparmi quantificabili in circa 1500 kWhp.

(ii) stima elaborata facendo riferimento ad uno scenario in cui il 50% degli alloggi di edifici sottoposti, per ristrutturazione (stime su dati assessorato urbanistica), alle prescrizioni del D.Lgs192 e s.m.i., siano interessati dall'installazione di impianti solari con la potenzialità di fornire almeno il 20 % del fabbisogno annuo di energia per la produzione di acqua calda sanitaria (ipotizzando quindi che essi si trovino all'interno della città storica). Nello sviluppo delle analisi energetiche sono state assunte le medesime ipotesi del punto precedente, in questo caso il beneficio in termini di energia primaria risparmiata scende però a 600 kWhp per intervento.

Anche nel caso del solare termico, per gli anni successivi al 2010, in cui si ritiene alquanto probabile rallentamento dell'espansione urbana, si è comunque continuato a considerare lo stesso valore di potenza cumulata dai punti (i) e (ii) considerando che in un certo modo la minore edificazione sarà compensata da una più decisa riqualificazione del patrimonio edilizio esistente sempre in osservanza delle norme del D.Lgs. 192-2005 e s.m.i..

## 2 NUOVO R.U.E. – PROTOCOLLO ECOABITA per ciascun anno 2008-2020 (STIME)

ADESIONE: SU BASE VOLONTARIA

POTENZA INSTALLATA:  $\approx$  83 kW (iii)

RISORSE INVESTITE: 167,000 k€ (PRIVATI) (iii)

(iii) stima elaborata facendo riferimento ad uno scenario in cui un ulteriore 12,5% degli alloggi di edifici sottoposti a ristrutturazione (stime su dati assessorato urbanistica), alle prescrizioni del D.Lgs192 e s.m.i., siano interessati dall'installazione di impianti solari con la potenzialità di fornire almeno il 20 % del fabbisogno annuo di energia per la produzione di acqua calda sanitaria (ipotizzando quindi che essi si trovino all'interno della città storica). Nello sviluppo delle analisi energetiche sono state assunte le medesime ipotesi dei punti precedenti, anche in questo caso il beneficio in termini di energia primaria risparmiata scende a 600 kWh<sub>p</sub> per intervento.

Nelle analisi energetiche si è fatto riferimento ad impianti solari per la sola produzione di acqua calda sanitaria in quantità tali da soddisfare le percentuali della domanda previste dal Decreto sull'efficienza energetica degli edifici, in relazione alle diverse tipologie di utenze previste dalle azioni 1 e 2 del paragrafo 3.5.1.

Per la valutazione dei costi associati alla tecnologia si è considerato un impianto a circolazione forzata (soluzione necessaria per mantenere adeguati rendimenti di conversione anche nella stagione fredda) ad assorbitele selettivo.

Se si sommano tutte le azioni precedentemente descritte, si può stimare che la spesa cumulata degli interventi da oggi fino al 2020 si attesterà sui 78000 k€, con un esborso medio annuo di circa 6000 k€, pari allo 0,13 % del P.I.L. riferito alle attività comunali.

### 3.5.2 SOLARE TERMICO: I RISULTATI

### 3.5.3 SOLARE TERMICO: I BENEFICI ENERGETICI

I benefici energetici sono stati calcolati rispetto ad uno scenario di confronto nel quale l'energia termica per la produzione di acqua sanitaria, invece che con l'impianto solare, sarebbe diversamente prodotta da una caldaia alimentata a gas naturale. Tale ipotesi risulta essere cautelativa in relazione al

fatto che per molte utenze la acqua sanitaria è in realtà prodotta con altri sistemi impiantistici ben più energivori (e.g. boiler elettrici).

Il Piano Energetico Regionale 2007, precisa che il fabbisogno medio annuo di energia primaria per l'acqua sanitaria si attesta intorno ai 1.000 kWh<sub>p</sub>/persona. Se si ipotizza un numero medio di tre persone ad alloggio (domanda annua energia primaria per acqua sanitaria: 3000 kWh<sub>p</sub>), si trova che il rispetto dei valori imposti dal D.Lgs 192/2005 e s.m.i. è foriero di benefici dell'ordine di 1500 kWh<sub>p</sub> per le utenze fuori dai centri storici (50% del fabbisogno deve essere coperto dal solare) scendendo a 600 kWh<sub>p</sub> per gli alloggi entro la città storica (20% da solare).

Per calcolare l'energia primaria fossile risparmiata grazie all'esercizio di un impianto solare termico si deve impostare il seguente bilancio energetico:

$$E_p = \frac{E_s \eta_{S.T.BOS}}{\eta_{gasBoiler}}$$

dove:

- \_  $E_p$  è l'energia primaria fossile risparmiata
- \_  $E_s$  è l'energia solare captata con l'impianto solare termico
- \_  $\eta_{STBOS}$  è il rendimento dell'impianto solare fino alla produzione dell'acqua sanitaria (energia termica resa all'acqua sanitaria/energia solare).
- \_  $\eta_{gasBOILER}$  = è il rendimento del sistema impiantistico che si sarebbe diversamente utilizzato per produrre l'acqua calda sanitaria, in questo caso si è considerato una caldaia tradizionale alimentata a gas e caratterizzata da un rendimento medio del 85%.

Facendo riferimento alle azioni di intervento prima definite, possono essere calcolati i seguenti benefici energetici:

- \_ 1 D.Lgs.192/2005 e S.M.I.: - 1,735 GWh<sub>p</sub> annui.
- \_ 2 NUOVO R.U.E. – PROTOCOLLO ECOABITA - 0,050 GWh<sub>p</sub> annui.

che, aggregati, porgono la seguente tabella:

<b>Intervento</b>	<b>2007</b> (GWh)	<b>2008</b> (GWh)	<b>2009</b> (GWh)	<b>2010</b> (GWh)	<b>2011</b> (GWh)	<b>2012</b> (GWh)	<b>2015</b> (GWh)	<b>2020</b> (GWh)
Benefici da Solare Termico	0.000	-1.785	-3.57	-5.355	-7.14	-8.925	-14.28	-23.205

Tab. 3.8. benefici in termini di diminuzione della domanda di energia primaria fossile da realizzazione di impianti solari termici nel settore civile

### 3.5.4 SOLARE TERMICO: I BENEFICI AMBIENTALI

Le emissioni climalteranti e inquinanti evitate, sono state come sempre determinate facendo riferimento ai fattori di emissione specifica delle tecnologie di *benchmark*.

L'istituto ETH Zurich, Institut fur Verfahrens und Kaltetechnik (IVUK), anche per gli impianti solari termici, fornisce una valutazione precisa dei fattori di emissione.

Si è ipotizzato che gli impianti solari consentano la sostituzione di impianti termici a gas per cui possono essere determinati i seguenti fattori di emissioni specifiche evitate::



205 gCO<sub>2</sub>/kWh<sub>t</sub>  
0,21 gNO<sub>x</sub>/kWh<sub>t</sub>

Tale ipotesi è molto cautelativa, basti pensare che per gli impianti alimentati a olio combustibile il fattore di emissione dell'anidride carbonica sale a 280 gCO<sub>2</sub>/kWh<sub>t</sub>, per raggiungere infine gli 807 gCO<sub>2</sub>/kWh<sub>t</sub> nel caso degli scaldabagni elettrici.

I benefici ambientali possono essere così quantificati:

#### EMISSIONI CLIMALTERANTI

\_ 1 D.Lgs.192/2005 e S.M.I.: - 355 t<sub>CO2</sub> annui.

\_ 2 NUOVO R.U.E. – PROTOCOLLO ECOABITA - 10 t<sub>CO2</sub> annui.

che, aggregati, porgono la seguente tabella:

<b>Intervento</b>	<b>2007</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2008</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2009</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2010</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2011</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2012</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2015</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2020</b> [ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Solare Termico	0.000	-0.366	-0.732	-1.098	-1.464	-1.830	-2.927	-4.757

Tab. 3.9. benefici in termini di diminuzione delle emissioni climalteranti da realizzazione di impianti solari termici nel settore civile

#### EMISSIONI INQUINANTI

Anche in questo caso il procedimento per il calcolo delle emissioni evitate è del tutto analogo.

\_ 1 D.Lgs.192/2005 e S.M.I.: - 364 kg<sub>NOx</sub> annui.

\_ 2 NUOVO R.U.E. – PROTOCOLLO ECOABITA - 10 kg<sub>NOx</sub> annui.

### **3.6 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI – I REQUISITI OBBLIGATORI E L'APPLICAZIONE DELLE DIRETTIVA 2002/91-CE, I D.LGS. 192/2005 E 311/2006**

La pianificazione dello sviluppo cittadino attraverso la promozione di una edilizia ad alta efficienza energetica per gli edifici deve costituire una priorità assoluta nelle scelte di politica energetica di tutte le Pubbliche Amministrazioni, indipendentemente dal loro livello.

La recente normativa Europea 2002-91-CE ha ribadito la necessità di adottare il massimo impegno nel perseguire l'efficienza energetica negli edifici. Le prescrizioni della Direttiva sono state recepite a livello locale *in primis* dalla Regione Emilia Romagna con la pubblicazione della Legge Regionale 23 dicembre 2004, n. 26, e quindi, in un secondo tempo, a livello nazionale con la emanazione dei due Decreti Legislativi sull'efficienza energetica negli edifici, il D.Lgs 192-2005 e il D.Lgs. 311-2006.

Si prevede che l'applicazione delle norme sull'efficienza energetica potrà essere foriera di notevolissimi benefici in termini energetici ed ambientali. Tuttavia l'aspetto più significativo dell'applicazione delle nuove norme è sicuramente legato alla loro capacità di intervenire sugli sprechi ancora prima che sulle dissipazioni dei processi termodinamici e sulla promozione di tecnologie rinnovabili, sprechi che costituiscono la voce più "detestabile" di ogni bilancio energetico.

Come è ovvio, le risultanze delle analisi che seguono non hanno preso in considerazione i benefici scaturenti dalla applicazione delle norme sugli obblighi di installazione di impianti solari, già considerati nel precedente nei precedenti capitoli.

La conoscenza dello scenario dello stato di fatto energetico degli edifici del Comune di Reggio Emilia si è rivelato necessario per poter procedere alle analisi energetiche; nella fattispecie è risultata di straordinaria importanza la disponibilità di alcune precedenti indagini svolte su scala comunale

Comune di Reggio Emilia, Enìa SpA e Studio Alfa srl [3.10] hanno realizzato, nel mese di Aprile 2007, una analisi quantitativa del parco edilizio del Comune di Reggio Emilia, allo scopo di valutare l'efficienza energetica degli edifici e delle abitazioni presenti sul territorio comunale, attraverso l'indagine di alcuni loro parametri caratteristici (*e.g.* tipologia degli involucri edilizi). Tale valutazione è stata condotta a supporto delle azioni previste dal Protocollo di Intesa in materia di certificazione energetica citato in premessa.

E' stata così condotta una ricerca strutturata in due fasi distinte: inizialmente sono stati raccolti e organizzati in un database i dati statistici disponibili [3.11], successivamente sono stati acquisiti da Enìa i dati relativi alle caratteristiche delle sottocentrali di teleriscaldamento e ai consumi energetici per riscaldamento e produzione di acqua sanitaria di un campione di oltre 1400 fra abitazioni ed edifici allacciati alla rete del teleriscaldamento,

Al termine delle due fasi precedenti si è proceduto ad elaborare stime dei fabbisogni energetici per climatizzazione invernale in relazione al campione analizzato. I risultati, pur sottolineando l'estrema omogeneità del campione, hanno consentito di individuare un valore medio per il fabbisogno energetico relativo al riscaldamento invernale mediamente pari a circa 170 kWh/mq anno. Sono stati tuttavia determinati specifici valori in riferimento alle diverse classi di volumetria e epoche di costruzione.

Una analisi simile, seppur ridotta ad un numero inferiore di edifici, era stata anticipata nel 2006 dal Comune di Reggio Emilia [3.12], in previsione delle modifiche parziali al vigente Regolamento

Edilizio Comunale. In quel caso erano stati rilevati i consumi energetici per il riscaldamento di 120 alloggi, realizzati sempre nel territorio comunale, ma in epoche più recenti (dal 1991 ad oggi).

I risultati, in questo caso disponibili disaggregati in relazione alla tipologia abitativa, hanno mostrato che gli alloggi investigati consumano mediamente 130 kWh/mq anno considerando la sola climatizzazione invernale.

I dati raccolti conducono quindi alle seguenti considerazioni:

- il fabbisogno energetico medio, relativo al solo riscaldamento invernale, del patrimonio immobiliare nel Comune di Reggio Emilia risulta determinato e pari a circa 170 kWh/m<sup>2</sup> anno;
- per gli edifici più recenti il consumo energetico medio, relativo al solo riscaldamento invernale, può essere stimato pari a 130 kWh/ m<sup>2</sup> anno, corrispondente ai valori tipici dell'edilizia post L.10/91 nella Regione Emilia Romagna.

In questo caso non è stato possibile definire alcun indice economico/energetico ed economico/ambientale per la grande variabilità degli interventi possibili nell'ambito di queste azioni (*e.g.* realizzazione di un "cappotto" per l'edificio, rifacimento di coperture, sostituzione dei generatori di calore, realizzazione di impianti speciali, *etc*).

### 3.6.1 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI OBBLIGATORI): GLI SCENARI PREVISTI

I benefici energetici sono stati determinati nell'ipotesi che i nuovi edifici e quelli soggetti a ristrutturazione con l'obbligo di rispettare i Decreti Legislativi 192 e 311, mostrino, dopo la costruzione o dopo gli interventi di *energy retrofit*, valori di fabbisogno energetico per climatizzazione invernale minori o uguali rispetto a quelli limite previsti dai Decreti.

A questo proposito, nelle analisi si è considerato che gli edifici raggiungano esattamente il valore previsto dai Decreti. Nel caso delle nuove costruzioni il beneficio sussiste in quanto, in assenza delle nuove norme di legge, i nuovi edifici sarebbero stati verosimilmente edificati con gli stessi standards utilizzati negli ultimi anni, mostrando quindi nella media fabbisogni per climatizzazione invernale di 130 kWh/ m<sup>2</sup> anno.

Per la stima dei benefici energetici e delle emissioni evitate grazie agli interventi collegati all'adesione al progetto ECOABITA si è fatto riferimento alle seguenti assunzioni:

a) sono stati considerati soltanto interventi sul patrimonio edilizio previsto in nuova costruzione o ristrutturazione nel periodo 2008-2010;

b) nel biennio 2008-2010 si è ipotizzato che, nel corso di ogni anno:

- vengano costruiti 1.100 nuovi alloggi (superficie utile media pari a 75 m<sup>2</sup>) ;
- vengano posti in ristrutturazione edifici per un totale di 25.000 m<sup>2</sup> di superficie utile;

c) gli alloggi siano mediamente caratterizzati da un fattore di forma  $S/V = 0.5$ , per il quale l'indice di prestazione energetica vale:

_ 2008	$e_{PIL,i} = 76 \text{ kWh/ m}^2 \text{ anno}$
_ 2010	$e_{PIL,i} = 67 \text{ kWh/ m}^2 \text{ anno}$

d) i fabbisogni energetici per la climatizzazione invernale sono soddisfatti grazie all'operare di diverse tecnologie distribuite secondo le proporzioni caratterizzanti lo scenario dello stato di fatto energetico del Comune, come determinato al capitolo 2, e precisamente:

- per una quota pari a circa il 71%, tramite l'uso di gas naturale utilizzato per alimentare caldaie a servizio di singole unità immobiliari; nel 2005, con riferimento al Comune di Reggio Emilia, risultano infatti 58652 allacciamenti classificati come riscaldamento abitazioni (promiscuo, riscaldamento individuale, riscaldamento centralizzato) e riscaldamento affari (riscaldamento non domestico, Enti) a cui viene garantita una normale fornitura di gas naturale, a fronte di 22154 utenze allacciate al teleriscaldamento.
- per la restante quota del 27% da una rete di teleriscaldamento alimentata da centrali che operano in cogenerazione.
- le utenze che soddisfano il proprio fabbisogno mediante forniture di altri combustibili (gasolio, GPL, etc.), come dimostrato nel capitolo 2, risultano essere ormai del tutto marginali, raggiungendo il 2% del totale;

e) il potere calorifico inferiore del gas naturale è stato determinato facendo riferimento alle direttive UNFCCC (Direttiva 2004-156-CE 1 gennaio 2005-31 dicembre 2005. Allegato A. Coefficienti utilizzati per l'inventario delle emissioni di anidride carbonica) già citata nel capitolo 2;

f) i fattori di emissione e il coefficiente di ossidazione associati alla combustione del gas naturale sono stati determinati facendo riferimento alle direttive UNFCCC;

g) le emissioni specifiche di anidride carbonica associate alla cogenerazione e al teleriscaldamento, sono state valutate mediante la procedura definita nel capitolo 2, attraverso la stima dei coefficienti di allocazione exergetica.

L'anno più recente per cui si disponeva di un database sufficiente alla determinazione dei suddetti coefficienti è il 2005 [2.6]. I calcoli riferiti a tale annata, assunta come caratteristica nelle successive valutazioni sulla riduzione delle emissioni climalteranti, hanno fornito i seguenti valori:

coefficiente di allocazione exergetica produzione energia elettrica: 0.842  
coefficiente di allocazione exergetica produzione energia termica: 0.158

I fattori di emissione riferiti alla produzione contestuale di energia elettrica e termica (come consegnate all'utenza, al netto di tutte le perdite di rete e di trasformazione) nelle centrali a cogenerazione del Comune di Reggio Emilia, porta a determinare le seguenti emissioni specifiche:

energia elettrica: 1649 g CO<sub>2</sub>/NmcCH<sub>4</sub>  
energia termica: 309 g CO<sub>2</sub>/NmcCH<sub>4</sub>

h) si è ipotizzata una stazionarietà degli interventi dal 2010 fino al 2020. Una ulteriore espansione urbana appare infatti abbastanza improbabile dopo il 2010, mentre è ragionevole ritenere che un numero crescente di edifici saranno sottoposti a interventi di ristrutturazione e una parte consistente di loro raggiungeranno standards di efficienza energetica tali da poter rientrare negli standards individuati dai Decreti Legislativi.

### 3.6.2 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI OBBLIGATORI): I RISULTATI

### 3.6.3 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI OBBLIGATORI):I BENEFICI ENERGETICI

Se tutti gli edifici fossero realizzati semplicemente raggiungendo quanto previsto dai Decreti Legislativi 192-2005 e 311-2006 (scenario cautelativo), si avrebbe rispetto allo scenario di evoluzione tendenziale un beneficio in termini di minor domanda di energia primaria fossile quantificabile in:

$$E_{P-192} = (S_N + S_R)(e_{Pi0} - e_{PiLi})$$

dove:

–  $E_{P-192}$  è l'energia primaria fossile risparmiata con le azioni previste nell'ambito del rispetto dei Decreti Legislativi 192-2005 e 311-2006

–  $S_N$  è la superficie complessiva edificata mediamente negli ultimi anni nel Comune di Reggio Emilia;

–  $S_R$  è la superficie complessiva sottoposta a ristrutturazione mediamente negli ultimi anni nel Comune di Reggio Emilia;

–  $e_{Pi0}$  è l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale nello scenario *as usual*, nell'ipotesi cioè che l'edificazione avvenisse con gli stessi *standards* ante Decreti Legislativi 192-2005 e 311-2006;

–  $e_{PiLi}$  è l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale imposto dai Decreti Legislativi 192-2005 e 311-2006;

I calcoli porgono i seguenti risultati in termini di benefici energetici:

– ciascuna annata per il 2008 e il 2009:

$$(82500+25000) \text{ mq} * (130-76) \text{ kWh}_p/\text{m}^2 \text{ anno} = 5\,805\,000 \text{ kWh}_p / \text{anno} = 5,805 \text{ GWh}_p \text{ annui.}$$

– ciascun annata, dal 2010 fino al 2020:

$$(82500+25000) \text{ mq} * (130-67) \text{ kWh}_p/\text{m}^2 \text{ anno} = 6\,772\,500 \text{ kWh}_p / \text{anno} = 6,773 \text{ GWh}_p \text{ annui.}$$

I risultati sono mostrati, aggregati, nella seguente tabella:

Intervento	2007 (GWh)	2008 (GWh)	2009 (GWh)	2010 (GWh)	2011 (GWh)	2012 (GWh)	2015 (GWh)	2020 (GWh)
Benefici da Eff.Energetica (192 e 311)	0.000	-5.805	-11.610	-18.383	-25.155	-31.928	-52.245	-86.108

Tab. 3.10. benefici in termini di diminuzione della domanda di energia primaria fossile da applicazione norme dei Decreti Legislativi 192-2005 e 311-2006 (impianti solari esclusi)

### 3.6.4 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI OBBLIGATORI): I BENEFICI AMBIENTALI

Ipotizziamo che le quantità di energia primaria, determinate nel precedente paragrafo, siano state “risparmiate”, costituendo di fatto un taglio degli sprechi, questo minor consumo implica un minore operare delle diverse centrali termiche oggi operanti in Comune di Reggio Emilia. Le emissioni climalteranti e inquinanti evitate, sono state così determinate con riferimento ai fattori di emissione

specifica delle tecnologie di *benchmark* in relazione alla loro distribuzione nelle utenze del Comune di Reggio Emilia secondo le proporzioni osservabili nel 2005.

_ utenze servite da caldaie alimentate a gas naturale:	58652 (71,34% del totale)
_ utenze allacciate al teleriscaldamento:	22154 (26,95% del totale)
_ utenze servite da caldaie alimentate da altri combustibili ( <i>i.e.</i> gasolio):	1405 (1,71% del totale)
_ fattore di emissione gas naturale:	$f_{gas} = 0,200 \text{ t CO}_2/\text{MWh}$
_ fattore di emissione teleriscaldamento (gas naturale con coeff. alloc. exerg. termico del 2005 : 0,158):	$f_{tele} = 0,032 \text{ t CO}_2/\text{MWh}$
_ fattore di emissione gasolio	$f_{gasolio} = 0,268 \text{ t CO}_2/\text{MWh}$
_ coefficiente di ossidazione gas naturale:	$o_{gas} = o_{tele} = 0,995$
_ coefficiente di ossidazione gasolio:	$o_{gasolio} = 0,990$

## EMISSIONI CLIMALTERANTI

I benefici ambientali possono essere quantificati secondo la seguente relazione:

$$B_{CO2-192} = -[(E_{P-192-tele})(f_{tele} o_{tele}) + (E_{P-192-gas})(f_{gas} o_{gas}) + (E_{P-192-gasolio})(f_{gasolio} o_{gasolio})]$$

dove:

\_  $B_{CO2-192}$  sono le emissioni evitate di anidride carbonica consentite dalla applicazione delle norme dei Decreti Legislativi 192-2005 e 311-2006

Il calcolo porge i seguenti valori:

_ annata 2008 e annata 2009:	- 901 t <sub>CO2</sub> annui.
_ ogni annata dal 2010 al 2020	- 1051 t <sub>CO2</sub> annui.

che, aggregati, porgono la seguente tabella:

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
Intervento	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Eff.Energetica (192 e 311)	0.000	-0.901	-1.802	-2.853	-3.905	-4.956	-8.110	-13.366

Tab. 3.11. benefici in termini di diminuzione delle emissioni climalteranti da applicazione norme dei Decreti Legislativi 192-2005 e 311-2006 (impianti solari esclusi)

Per l'incertezza dei dati disponibili non è stato possibile sviluppare una analisi dei benefici con riferimento al quadro delle emissioni inquinanti.

### 3.7 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI – I REQUISITI VOLONTARI E IL PROGETTO ECOABITA

Se le norme nazionali devono stabilire i requisiti minimi al di sotto dei quali deve essere tassativamente vietato edificare, il compito delle Amministrazioni locali è, se possibile, ancora di maggiore responsabilità, dovendo queste ultime promuovere le buone pratiche di efficienza energetica individuando i meccanismi più opportuni per amplificare l'azione delle norme nazionali aumentandone l'efficacia. L'attuale situazione normativa è caratterizzata da una molteplicità di riferimenti di legge non sempre coerenti tra loro, e non ha per questo fino ad oggi consentito una efficace applicazione delle nuove prescrizioni. Così, nell'attesa della definizione delle Linee Guida Nazionali, previste dai Decreti Legislativi 192/2005 e 311/2006, ma non ancora promulgate, le Amministrazioni Locali hanno assunto l'iniziativa nel tentativo di guidare l'azione edificatoria sul territorio in modo più sistematico e coerente.

Questa scelta si è rivelata decisamente lodevole anche perché in alcune Pubbliche Amministrazioni, come ad esempio i Comuni di Bagnolo in Piano e Reggio Emilia, gli Uffici competenti si sono mostrati decisamente attivi nel saper coinvolgere i diversi attori interessati dalla riforma normativa, le Pubbliche Amministrazioni vicine, le Università, i Professionisti, le Aziende del Settore, riuscendo spesso a costruire quei rapporti sinergici che sono fondamentali per attuare proficuamente i provvedimenti di legge. La scelta di adottare provvedimenti locali anticipatamente rispetto alle norme nazionali, non costituisce peraltro un atto improprio, soprattutto se i primi sono redatti facendo riferimento alla Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio e se sono proposti alla cittadinanza come requisiti volontari.

La normativa ECOABITA (Fig. 3.4) nasce e si sviluppa proprio in questa logica con la precisa finalità di essere un ulteriore strumento rivolto alla cittadinanza per promuovere la riqualificazione dell'edilizia esistente e la alta efficienza energetica nei nuovi edifici.



Fig. 3.4: il logo del protocollo ECOABITA, progetto della Provincia di Reggio Emilia, in collaborazione con la Regione Emilia Romagna, il Comune di Reggio ed ACER

Dall'esame del bilancio energetico del Comune di Reggio Emilia, sviluppato durante la preparazione del Piano Energetico Comunale è emerso come la combinazione degli effetti connessi all'applicazione dei requisiti obbligatori dei Decreti Legislativi 192/2005 e 311/2006, e di quelli volontari del Nuovo Regolamento Edilizio Urbano e del Protocollo ECOABITA, potrebbe essere foriera di grandi benefici energetici ed ambientali. Le stesse emissioni climalteranti e inquinanti associate al soddisfacimento dei fabbisogni energetici dei settori legati all'edilizia, al civile e al terziario potrebbero essere drasticamente contenute in virtù degli effetti positivi che discenderebbero dall'ottimizzazione della domanda energetica. E' infatti di tutta evidenza che una più elevata efficienza energetica degli edifici, comportando un minore operare degli impianti per la climatizzazione degli

ambienti e la produzione dell'acqua sanitaria, limita considerevolmente i relativi consumi di combustibili fossili e, le emissioni climalteranti e inquinanti associate alla loro combustione.

La necessità e l'opportunità di questi provvedimenti appaiono ancora più evidenti se si considera che gli edifici sono in Italia di norma utilizzati per svariati decenni. Una progettazione inadeguata perpetra così i suoi effetti dannosi per molto tempo, viceversa la realizzazione di un edificio ad alta efficienza energetica, o la riqualificazione di una struttura già esistente, costituiscono azioni i cui benefici si manifestano per lunghissimi periodi. I dati del censimento 2001 [3.13], ad esempio, mostrano che il 30 % degli edifici, nel Comune di Reggio Emilia (5.421 edifici su 18.391), sono stati costruiti tra il 1962 e il 1981 normalmente senza prestare particolare attenzione e cura alla loro efficienza energetica. Proprio queste categorie d edifici rappresentano forse le strutture su cui è necessario intervenire con più decisione, sia per la mancanza di specifiche tutele che limitino i possibili interventi di *energy retrofit*, sia per la grande efficacia che caratterizza gli interventi su questi contesti.

Recentemente il Comune di Reggio Emilia ha approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. PG. 23690/280 del 15/12/2006 la modifica parziale al vigente Regolamento Edilizio Comunale, introducendo un sistema volontario di certificazione energetica degli edifici denominato ECOABITA.

Tale sistema di certificazione è definito dalle linee guida, discendenti dal Protocollo d'intesa tra la Regione Emilia-Romagna, la Provincia di Reggio Emilia, il Comune di Reggio Emilia, il Comune di Bagnolo in Piano e ACER di Reggio Emilia in materia di certificazione energetica degli edifici.

Il progetto ECOABITA si propone di favorire pratiche di eccellenza energetica in edilizia e di promuovere un'applicazione omogenea di tali pratiche nei territori di competenza. A titolo di esempio, un edificio che sarà certificato e classificato secondo la procedura ECOABITA, dovrà consumare, per la climatizzazione invernale, non più del 70% del valore limite previsto (per la specifica tipologia costruttiva in quella località) dal Decreto Legislativo n. 192 del 19 agosto 2005 e sue modifiche ed integrazioni.

Nell'ambito del progetto ECOABITA, il Comune di Reggio Emilia, ha ritenuto utile stimare le emissioni di anidride carbonica evitate, grazie all'incremento dell'efficienza energetica dei fabbricati, derivante dall'applicazione delle specifiche linee guida, ritenendo che tale parametro sia tra i più adatti a quantificare le positive ricadute, in termini ambientali, della certificazione energetica degli edifici.

Il progetto ECOABITA è stato quindi reso conforme, mediante un protocollo denominato riduCO2, ai requisiti della norma UNI ISO 14064-2, relativa alla metodologia di quantificazione, monitoraggio e rendicontazione della riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

In particolare sono stati sottoposti ad attento vaglio gli aspetti connessi a:

- campo di applicazione
- definizione dello scenario di riferimento (*baseline*)
- metodologia di quantificazione delle emissioni e delle riduzioni di CO<sub>2</sub>
- metodologia di gestione dei dati relativi al progetto riduCO2

Il progetto ECOABITA e il protocollo riduCO2 nascono così dallo stesso disegno politico, intrapreso a livello locale, al fine di estendere gli stessi interventi di risparmio energetico previsti dalla Direttiva Europea anche alle azioni volontarie. Le rispettive linee guida mostrano, di conseguenza, una grande omogeneità.

Sempre sulla base di quanto stabilito dalle linee guida del progetto ECOABITA, si prevedono adeguate verifiche in corso d'opera ed anche a lavori ultimati.



Verifiche da parte dell'Amministrazione Comunale, sono inoltre previste anche negli anni successivi l'entrata in funzione dell'edificio, al fine di accertare il mantenimento dei requisiti prestazionali dichiarati. In particolare verranno eseguiti controlli *ex-post* su un campione almeno del 20 per cento degli interventi realizzati, includendo nel campione gli interventi attuati che abbiano ottenuto la certificazione ECOABITA. A tal fine, l'Amministrazione, prevede di utilizzare i dati dei consumi reali dell'edificio e le temperature registrate mediante apposizione di specifici rilevatori interni ed esterni all'edificio stesso (moduli per la rilevazione termica *indoor* e *outdoor* con sistema *wireless*), mediante sistema di verifica della firma. Al termine di ogni anno, verranno prodotti report specifici nei quali saranno riportate le quantità di anidride carbonica effettivamente contabilizzate con il progetto riduCO2. Al fine di una maggiore evidenza del progetto ed una sua divulgazione ad un pubblico ampio, verranno utilizzati strumenti già in possesso dell'Amministrazione Comunale, quali il bilancio ambientale, il sito internet del progetto ECOABITA, *etc.* Il Comune di Reggio Emilia ha, inoltre, intenzione di dotarsi di un software specifico in grado di collegare automaticamente la classe energetica dell'edificio certificato ECOABITA alla quantificazione del risparmio di anidride carbonica. Tale software, denominato certificaRE, è attualmente in via di sperimentazione.

Anche per questa categoria di azioni si è scelto di non definire alcun indice economico/energetico ed economico/ambientale per la grande variabilità degli interventi possibili.

### 3.7.1 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI VOLONTARI): GLI SCENARI PREVISTI

Nonostante a seguito dell'entrata in vigore della L.10/91 si sarebbe potuto prevedere un miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici, il patrimonio edilizio reggiano edificato negli ultimi anni non ha fatto registrare sensibili miglioramenti dei propri standards, mostrando prestazioni energetiche costanti nel corso degli ultimi quindici anni, confrontabili con quelli mediamente caratterizzanti il territorio regionale. L'incentivo volumetrico introdotto dal Comune di Reggio Emilia con il PRG del 1999, che prevedeva lo scomputo totale dei muri dal calcolo della superficie utile, non ha dunque determinato un apprezzabile miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici per riscaldamento invernale rispetto allo standard imposto dalla L.10/91.

Nella costruzione degli scenari di indagine, connessi alle azioni individuabili nell'ambito del progetto ECOABITA, si è fatto riferimento a quanto previsto dal già citato progetto riduCO2, estendendo poi le valutazioni fino al 2020. Si è così ipotizzato un certo numero di interventi di nuova costruzione, demolizione e ricostruzione, ampliamenti, ristrutturazioni edilizie, restauro e risanamento conservativo, manutenzioni straordinarie, per edifici aventi funzioni abitative, terziarie, alberghiere e congressuali, nonché per abitazioni agricole, per i quali si prevede che i soggetti responsabili chiederanno al Comune di Reggio Emilia l'emissione del certificato energetico ECOABITA. I decrementi di domanda di energia primaria fossile, e le emissioni di anidride carbonica evitate, grazie alla progressiva applicazione del Progetto ECOABITA, sono stimate in riferimento al limite massimo dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPI<sub>Li</sub>), di cui all'Allegato C del Decreto Legislativo 311/2006; tale indice viene pertanto a costituire il parametro essenziale per definire la *baseline* del progetto riduCO2 e delle valutazioni presentate nel Piano Energetico.

Alla luce di quanto avvenuto negli ultimi anni, e sinteticamente riportato nel paragrafo precedente, non ci sono motivi che facciano supporre che, a parità di incentivi edilizi, le abitazioni nuove possano essere più efficienti di quanto previsto dal Decreto Legislativo, dunque i benefici energetici e le riduzioni delle emissioni di anidride carbonica, derivanti dall'applicazione del progetto ECOABITA sono, con buona approssimazione, effettivamente aggiuntive rispetto a quanto avverrebbe in assenza del progetto stesso. In coerenza con questo ragionamento, il Comune di Reggio Emilia, con le recenti modifiche al Regolamento Edilizio Comunale, ha modificato la precedente normativa

relativamente allo scomputo totale dei muri nel calcolo della superficie utile, condizionando la concessione di questo incentivo, al raggiungimento di standards di efficienza energetica di almeno il 30% superiori rispetto a quelli imposti dal Decreto Legislativo.

Il sistema di certificazione ECOABITA introduce infatti 4 classi (da C ad A+), calibrate sulle basi dei limiti massimi ammissibili dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, EPiLi, come definito dal Decreto Legislativo (parametrati quindi sul rapporto di forma dell'edificio, e sui gradi giorni caratterizzanti la località dove sorge l'edificio).

Le classi energetiche espressione della prestazione energetica per la climatizzazione invernale risultano pertanto essere:

Classe A+  $\leq 15\%$  EPiLi

Classe A  $\leq 30\%$  EPiLi

Classe B  $\leq 50\%$  EPiLi

Classe C  $\leq 70\%$  EPiLi

Classe D  $\leq 100\%$  EPiLi

In analogia con il procedimento seguito nelle analisi energetiche delle azioni connesse al rispetto dei Decreti Legislativi 192-2005 e 311-2006, per la stima dei benefici energetici e delle emissioni evitate grazie agli interventi collegati all'adesione al progetto ECOABITA si è fatto riferimento alle seguenti assunzioni:

a) sono stati considerati soltanto interventi sul patrimonio edilizio previsto in nuova costruzione o ristrutturazione nel periodo 2008-2010;

b) nel biennio 2008-2010 si è ipotizzato che, nel corso di ogni anno:

- vengano costruiti 1.100 nuovi alloggi (superficie utile media pari a  $75 \text{ m}^2$ );
- vengano posti in ristrutturazione edifici per un totale di  $25.000 \text{ m}^2$  di superficie utile;

c) gli alloggi siano mediamente caratterizzati da un fattore di forma  $S/V = 0.5$ , per il quale l'indice di prestazione energetica vale:

\_ 2008 (Epi)Li =  $76 \text{ kWh/ m}^2 \text{ anno}$

\_ 2010 (Epi)Li =  $67 \text{ kWh/ m}^2 \text{ anno}$

d) gli interventi complessivamente previsti al punto b) consentano il conseguimento dei seguenti risultati nel biennio 2008-2010:

2008:	90% degli interventi raggiungano la classe C (Epi = $53 \text{ kWh/ m}^2 \text{ anno}$ )
	10% degli interventi raggiungano la classe B (Epi = $38 \text{ kWh/ m}^2 \text{ anno}$ )
2009:	85% degli interventi raggiungano la classe C (Epi = $53 \text{ kWh/ m}^2 \text{ anno}$ )
	15% degli interventi raggiungano la classe B (Epi = $38 \text{ kWh/ m}^2 \text{ anno}$ )
2010:	80% degli interventi raggiungano la classe C (Epi = $47 \text{ kWh/ m}^2 \text{ anno}$ )
	20% degli interventi raggiungano la classe B (Epi = $34 \text{ kWh/ m}^2 \text{ anno}$ )

Tale ipotesi, sebbene possa apparire poco prudentiale, si basa sulla considerazione che, alla luce delle modifiche parziali al vigente Regolamento Edilizio Comunale, che hanno emendato la precedente normativa relativamente allo scomputo totale dei muri nel calcolo della superficie utile, condizionando l'incentivo al raggiungimento almeno della classe C, quasi tutti gli edifici di nuova costruzione richiederanno verosimilmente la certificazione ECOABITA. Diversamente, se si analizzano le classi di

merito più elevate, si è preferito adottare una ipotesi cautelativa che prevede un progressivo aumento delle classi B dal 10% al 20%, senza considerare eventuali classi A ed A+;

e) i fabbisogni energetici per la climatizzazione invernale sono soddisfatti grazie all'operare delle diverse tecnologie distribuite secondo le proporzioni caratterizzanti lo scenario dello stato di fatto energetico del Comune, come determinato al capitolo 2, e precisamente:

- per una quota pari a circa il 71%, tramite l'uso di gas naturale utilizzato per alimentare caldaie a servizio di singole unità immobiliari; nel 2005, con riferimento al Comune di Reggio Emilia, risultano infatti 58652 allacciamenti classificati come riscaldamento abitazioni (promiscuo, riscaldamento individuale, riscaldamento centralizzato) e riscaldamento affari (riscaldamento non domestico, Enti) a cui viene garantita una normale fornitura di gas naturale, a fronte di 22154 utenze allacciate al teleriscaldamento.
- per la restante quota del 27% da una rete di teleriscaldamento alimentata da centrali che operano in cogenerazione.
- le utenze che soddisfano il proprio fabbisogno mediante forniture di altri combustibili (gasolio, GPL, etc.), come dimostrato nel capitolo 2, risultano essere ormai del tutto marginali, raggiungendo il 2% del totale;

f) il potere calorifico inferiore del gas naturale è stato determinato facendo riferimento alle direttive UNFCCC (Direttiva 2004-156-CE 1 gennaio 2005-31 dicembre 2005. Allegato A. Coefficienti utilizzati per l'inventario delle emissioni di anidride carbonica) già citata nel capitolo 2;

g) i fattori di emissione e il coefficiente di ossidazione associati alla combustione del gas naturale sono stati determinati facendo riferimento alle direttive UNFCCC;

h) le emissioni specifiche di anidride carbonica associate alla cogenerazione e al teleriscaldamento, sono state valutate mediante la definita nel capitolo 2, attraverso la stima dei coefficienti di allocazione exergetica.

L'anno più recente per cui si disponeva di un database sufficiente alla determinazione dei suddetti coefficienti è il 2005 [2.6]. I calcoli riferiti a tale annata, assunta come caratteristica nelle successive valutazioni sulla riduzione delle emissioni climalteranti, hanno fornito i seguenti valori:

coefficiente di allocazione exergetica produzione energia elettrica: 0.842  
coefficiente di allocazione exergetica produzione energia termica: 0.158

I fattori di emissione riferiti alla produzione contestuale di energia elettrica e termica (come consegnate all'utenza, al netto di tutte le perdite di rete e di trasformazione) nelle centrali a cogenerazione del Comune di Reggio Emilia, porta a determinare le seguenti emissioni specifiche:

energia elettrica: 1649 g CO<sub>2</sub>/NmcCH<sub>4</sub>  
energia termica: 309 g CO<sub>2</sub>/NmcCH<sub>4</sub>

i) si è ipotizzata una stazionarietà degli interventi dal 2010 fino al 2020. Una ulteriore espansione urbana appare infatti abbastanza improbabile dopo il 2010, mentre è ragionevole ritenere che un numero crescente di edifici saranno sottoposti a interventi di ristrutturazione e una parte consistente di loro raggiungeranno standards di efficienza energetica tali da poter essere ritenuti idonei all'accREDITO nelle classi di merito di ECOABITA.

### 3.7.2 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI VOLONTARI): I RISULTATI [3.14]

### 3.7.3 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI VOLONTARI): I BENEFICI ENERGETICI

Se nei prossimi anni gli edifici fossero realizzati e/o ristrutturati raggiungendo le classi di efficienza energetica ipotizzate nei punti d) e i) del precedente paragrafo, si potrebbero misurare ulteriori benefici rispetto a quelli derivanti dal semplice rispetto di Decreti 192-2005 e 311-2006. La minor domanda di energia primaria fossile legata alle precedenti azioni sarebbe così quantificabile secondo la seguente formula:

$$E_{P-ECO} = (S_N + S_R)(e_{PiLi} - e_{PiECO})$$

dove:

- \_  $E_{P-ECO}$  è l'energia primaria fossile ulteriormente risparmiata con l'accreditamento alle classi di merito Ecoabita rispetto a agli *standards* dei Decreti Legislativi 192-2005 e 311-2006;
- \_  $S_N$  è la superficie complessiva edificata mediamente negli ultimi anni nel Comune di Reggio Emilia;
- \_  $S_R$  è la superficie complessiva sottoposta a ristrutturazione mediamente negli ultimi anni nel Comune di Reggio Emilia;
- \_  $e_{PiLi}$  è l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale nello di rispetto degli *standards* dei Decreti Legislativi 192-2005 e 311-2006;
- \_  $e_{PiECO}$  è l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale raggiunto con le azioni descritte nei punti d) e i) del precedente paragrafo;

I calcoli porgono i seguenti benefici energetici:

\_ annata 2008:

Per gli edifici che raggiungono la classe C (90% della superficie interessata dagli interventi)  
 $0,9 * (82500+25000) \text{ mq} * (76-53) \text{ kWh}_p/\text{m}^2 \text{ anno} = 2\,225\,250 \text{ kWh}_p / \text{anno} = 2,225 \text{ GWh}_p \text{ annui.}$

Per gli edifici che raggiungono la classe B (10% della superficie interessata dagli interventi)  
 $0,1 * (82500+25000) \text{ mq} * (76-38) \text{ kWh}_p/\text{m}^2 \text{ anno} = 408\,500 \text{ kWh}_p / \text{anno} = 0,409 \text{ GWh}_p \text{ annui.}$

\_ annata 2009:

Per gli edifici che raggiungono la classe C (85% della superficie interessata dagli interventi)  
 $0,85 * (82500+25000) \text{ mq} * (76-53) \text{ kWh}_p/\text{m}^2 \text{ anno} = 2\,101\,625 \text{ kWh}_p / \text{anno} = 2,102 \text{ GWh}_p \text{ annui.}$

Per gli edifici che raggiungono la classe B (15% della superficie interessata dagli interventi)  
 $0,15 * (82500+25000) \text{ mq} * (76-38) \text{ kWh}_p/\text{m}^2 \text{ anno} = 612\,750 \text{ kWh}_p / \text{anno} = 0,613 \text{ GWh}_p \text{ annui.}$

\_ ciascun annata, dal 2010 fino al 2020:

Per gli edifici che raggiungono la classe C (80% della superficie interessata dagli interventi)  
 $0,8 * (82500+25000) \text{ mq} * (67-47) \text{ kWh}_p/\text{m}^2 \text{ anno} = 1\,720\,000 \text{ kWh}_p / \text{anno} = 1,720 \text{ GWh}_p \text{ annui.}$

Per gli edifici che raggiungono la classe B (20% della superficie interessata dagli interventi)  
 $0,15 * (82500+25000) \text{ mq} * (67-34) \text{ kWh}_p/\text{m}^2 \text{ anno} = 709\,500 \text{ kWh}_p / \text{anno} = 0,710 \text{ GWh}_p \text{ annui.}$

I risultati, aggregati, porgono la seguente tabella:

<b>Intervento</b>	<b>2007</b> (GWh)	<b>2008</b> (GWh)	<b>2009</b> (GWh)	<b>2010</b> (GWh)	<b>2011</b> (GWh)	<b>2012</b> (GWh)	<b>2015</b> (GWh)	<b>2020</b> (GWh)
Benefici da Eff.Energetica(ECOABITA)	0.000	-2.634	-5.348	-7.778	-10.207	-12.637	-19.925	-32.073

Tab. 3.12. benefici in termini di diminuzione della domanda di energia primaria fossile da applicazione prescrizioni protocollo ECOABITA

### 3.7.4 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI (REQUISITI VOLONTARI)I BENEFICI AMBIENTALI

Con procedimento del tutto analogo a quello adottato nel precedente paragrafo 3.6.4 nella valutazione dei benefici ambientali connessi al rispetto dei Decreti Legislativi sull'efficienza energetica , si è ipotizzato che le quantità di energia primaria risparmiate, calcolate nel precedente paragrafo, abbiano determinato un minor utilizzo delle centrali termiche. Le emissioni climalteranti e inquinanti evitate, sono state così determinate con riferimento ai fattori di emissione specifica delle tecnologie di *benchmark* in relazione alla loro distribuzione nelle utenze del Comune di Reggio Emilia secondo le proporzioni osservabili nel 2005.

_ utenze servite da caldaie alimentate a gas naturale:	58652 (71,34% del totale)
_ utenze allacciate al teleriscaldamento:	22154 (26,95% del totale)
_ utenze servite da caldaie alimentate da altri combustibili ( <i>i.e.</i> gasolio):	1405 (1,71% del totale)
_ fattore di emissione gas naturale:	$f_{gas} = 0,200 \text{ t CO}_2/\text{MWh}$
_ fattore di emissione teleriscaldamento (gas naturale con coeff. alloc. exerg. termico del 2005 : 0,158):	$f_{tele} = 0,032 \text{ t CO}_2/\text{MWh}$
_ fattore di emissione gasolio	$f_{gasolio} = 0,268 \text{ t CO}_2/\text{MWh}$
_ coefficiente di ossidazione gas naturale:	$o_{gas} = o_{tele} = 0,995$
_ coefficiente di ossidazione gasolio:	$o_{gasolio} = 0,990$

### EMISSIONI CLIMALTERANTI

I benefici ambientali possono essere quantificati secondo la seguente relazione:

$$B_{CO2-ECO} = -[(E_{P-ECO-tele})(f_{tele}o_{tele}) + (E_{P-ECO-gas})(f_{gas}o_{gas}) + (E_{P-ECO-gasolio})(f_{gasolio}o_{gasolio})]$$

dove:

\_  $B_{CO2-ECO}$  sono le emissioni evitate di anidride carbonica consentite dalla adesione alle norme del Protocollo ECOABITA

\_ annata 2008: - 409 t<sub>CO2</sub> annui.

\_ annata 2009: - 421 t<sub>CO2</sub> annui.

\_ ogni annata dal 2010 al 2020 - 377 t<sub>CO2</sub> annui.

che, cumulati, porgono la seguente tabella:

<b>Intervento</b>	<b>2007</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2008</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2009</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2010</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2011</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2012</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2015</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2020</b> [ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Eff.Energetica(ECOABITA)	0.000	-0.409	-0.830	-1.207	-1.584	-1.962	-3.093	-4.979

Tab. 3.13. benefici in termini di diminuzione delle emissioni climalteranti da applicazione prescrizioni protocollo ECOABITA

Anche in questo caso, per l'incertezza dei dati disponibili non è stato possibile sviluppare una analisi dei benefici con riferimento al quadro delle emissioni inquinanti.

### 3.8 LE NUOVE TECNOLOGIE: IL MICROEOLICO AD ASSE VERTICALE INTEGATO

Prima di esprimere qualunque considerazione a riguardo della tecnologia eolica, occorre specificare che il territorio del Comune di Reggio Emilia non è vocato ad ospitare impianti per la produzione di energia elettrica da questa fonte.

Tuttavia, in virtù delle recenti modifiche al meccanismo di incentivazione dell'energia elettrica da fonte rinnovabile, attuate con la riforma dei Certificati verdi della Legge Finanziaria del 2007, e in considerazione di recenti sviluppi tecnologici che stanno interessando, tra gli altri, i microgeneratori eolici ad asse verticale, si è ritenuto di valutare un seppur limitato impiego di queste tecnologie impiantistiche nell'ambito del paniere delle azioni previste dal Piano Energetico Comunale.

E' altresì di tutta evidenza che in questa sede non sono stati considerati gli aerogeneratori di grande potenza, ma bensì gli impianti di piccola taglia da realizzarsi in contesti, ben definiti, in cui sussistono seppur minime possibilità di sfruttamento della risorsa eolica disponibile.

Sono state così considerate due tipologie di aerogeneratori:

- \_ microimpianti ad asse orizzontale, caratterizzati da potenze di pochi kW, potenzialmente idonei per installazioni in quella fascia di territorio, a sud della città, ove il nucleo urbano si estingue incontrando le prime colline;
- \_ microcogeneratori ad asse verticale, sistemi di piccola taglia che potrebbero trovare già nell'immediato una certa diffusione in ambito cittadino, soprattutto negli alti edifici e in prossimità delle vie di comunicazione più trafficate.

La grande aleatorietà, che caratterizza la disponibilità del vento in ambito urbano e suburbano, ha reso in ogni caso assai problematico stabilire delle linee di azione generali da proporre in termini quantitativi nel Piano. Si è così scelto di definire soltanto alcuni indirizzi, soprattutto definendo alcune possibili linee guida per la realizzazione di microimpianti in ambito cittadino.

La stima della risorsa eolica disponibile costituisce il requisito indispensabile per poter sviluppare una analisi energetica su questi sistemi.

Analisi condotte nel 2005 e 2006 da ARPA Reggio Emilia [3.15], hanno mostrato che le direzioni prevalenti dei venti nella zona di Pianura Padana vicina a Reggio Emilia sono quelle di SW e di WSW (Fig. 3.5).

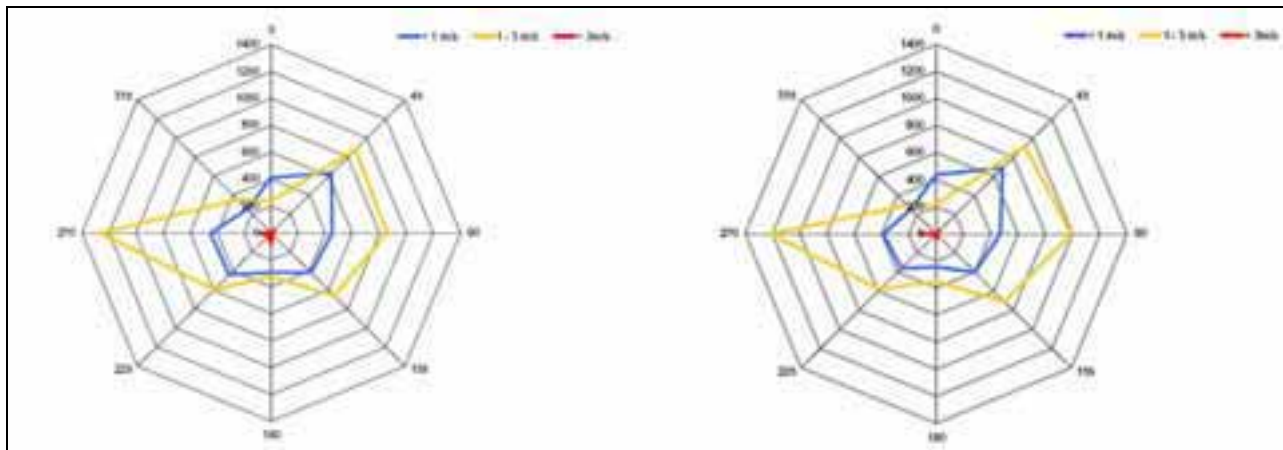


Fig. 3.5: rosa dei venti Pianura Padana, zona di Reggio Emilia, anni 2005 e 2006 [1, 2].



Se il dato precedente perde sostanzialmente di significatività in ambito urbano, in quanto la elevata concentrazione di edifici tende inevitabilmente a modificare le direzioni di moto della vena fluida, lo stesso può tuttavia essere considerato ai fini energetici ancora affidabile in ambito suburbano e al di fuori della città.

Un altro riferimento, seppur del tutto qualitativo, è fornito dall'Atlante Eolico elaborato da CESI [3.16-3.18] e Università di Genova (figure 3.6 e 3.7 e 3.8).







Fig. 3.8: zona di potenziale interesse per installazioni microeoliche ad asse orizzontale Reggio Emilia.

La realizzazione di impianti microeolici ad asse orizzontale sarà trattata più diffusamente nel capitolo delle azioni nel settore agricolo; per quanto riguarda le applicazioni in ambito urbano, possono essere invece individuate due possibili azioni di intervento: sistemi integrati negli edifici e sistemi operanti in prossimità di infrastrutture viarie.

### 3.8.1 IMPIANTI MICROEOLICI INTEGRATI NEGLI EDIFICI

Come è noto, gli impianti eolici possono essere classificati in due categorie principali, i generatori ad asse orizzontale e quelli ad asse verticale.

I primi rappresentano sostanzialmente l'evoluzione tecnologica dei vecchi mulini a vento e sono realizzati in modo tale da riuscire a raccogliere sempre la massima potenza possibile, mediante una deriva posta "a valle" del rotore che allinea la gondola nella direzione del vento.

I secondi invece, godono di una particolarità: non hanno bisogno di orientamento in quanto offrono al vento l'intera superficie utile nell'arco dei 360°. Sono normalmente di dimensioni ridotte, e la loro forma si rivela più adatta a regimi di vento di tipo cittadino, solitamente turbolenti (direzione e portata estremamente variabili), e per questo poco adatti alla prima tipologia di dispositivi.

Le turbine ad asse verticale sono peraltro le più antiche concepite dall'uomo. Esse venivano infatti già utilizzate in Mesopotamia con fine principalmente irriguo.

I principali vantaggi dell'asse verticale sono:

- un funzionamento molto regolare indipendentemente dalla direzione del vento,
- una migliore resistenza meccanica anche dinanzi a venti molto veloci e turbolenti.

Gli aerogeneratori ad asse verticale risultano essere particolarmente interessanti nelle applicazioni fino a 10 kW (tipiche di usi finali privati), in prossimità di luoghi abitati e in ambienti urbani. Le buone prestazioni con i flussi d'aria poco veloci e turbolenti, insieme all'aspetto della scarsa rumorosità e della facilità di manutenzione, spesso gestita privatamente e in ogni caso economica, diventano in ambito cittadino decisive nel rendere più desiderabili i sistemi ad asse verticale.

La macchina verticale risulta essere nel complesso meno efficiente di quella orizzontale, ma questo risulta essere accettabile per gli impianti di piccola taglia.

La macchina Savonius, ad esempio, è caratterizzata da un rendimento molto basso (soltanto il 20% della potenza del vento riesce ad essere convertita in potenza elettrica), rispetto a quelle ad asse orizzontale, tuttavia il suo esercizio mostra rendimenti soddisfacenti anche con deboli flussi d'aria per poi calare sensibilmente con venti forti. La robustezza della macchina Savonius combinata con la sua capacità di attivarsi con venti debolissimi rende le sue applicazioni in ambito urbano estremamente interessanti e desiderabili.

In Italia, diversi Istituti Universitari sono impegnati nella ricerca e nello sviluppo di questi sistemi per diffuse applicazioni urbane. Si prevede che in pochi anni possano essere sviluppati sistemi caratterizzati da costi accettabili e producibilità considerevolmente superiori agli altri sistemi di analoga potenza sempre alimentati da fonti rinnovabili aleatorie (*i.e.* fotovoltaico).

### 3.8.2 IMPIANTI MICROEOLICI INTEGRATI NELLE INFRASTRUTTURE URBANE

Una interessante applicazione dell'eolico ad asse verticale prevede la realizzazione di impianti in prossimità delle infrastrutture viarie.

A questo proposito diverse ricerche sono state condotte negli Stati Uniti e in Europa. Questi studi hanno evidenziato le interessanti potenzialità che potrebbero avere questi micro-sistemi ad asse verticale nel momento in cui dovessero trovare una applicazione diffusa in prossimità di infrastrutture viarie caratterizzate da considerevole traffico veicolare.

Mark Oberholzer ha pensato di sfruttare questa idea e di concorrere con un suo progetto alla Next Generation Design Competition. Ha inserito gli aerogeneratori nel New Jersey, la barriera di sicurezza che separa le carreggiate stradali.

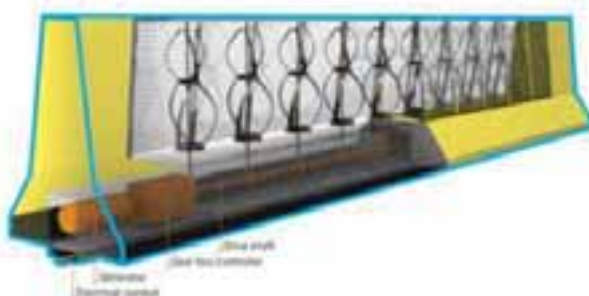


Fig. 3.9: Mark Oberholzer: progetto presentato alla Next Generation Design Competition



Fig. 3.10: esempio di impianto microeolico integrato nell'arredo viario: il Parasitic Catalyst (catalizzatore parassita), sfrutta le auto di passaggio per produrre energia elettrica, secondo i calcoli sviluppati da un ricercatore dell'Arizona, una turbina di questo tipo, potrebbe produrre circa 10 MWh di energia/anno.

Gli spostamenti d'aria indotti ad esempio dal transito di veicoli pesanti, possono infatti attivare gli impianti garantendo una certa produzione di energia elettrica. Sebbene sia difficile individuare con precisione quali siano realmente le potenzialità dei microgeneratori nel bilancio energetico comunale, si può ragionevolmente ipotizzare che il loro ambito di utilizzo possa essere individuato nelle infrastrutture viarie ad alta densità di traffico come la tangenziale cittadina e la autostrada. Ad oggi la letteratura disponibile non consente però di avere certezze sulla reale cantierabilità di siffatti impianti; tuttavia è possibile esprimere alcune considerazioni generali che potranno guidare le scelte pianificatorie nel momento in cui questi sistemi si dovessero rivelare convenienti.

\_ Il flusso d'aria innescato dal movimento di mezzi pesanti è caratterizzato da una turbolenza significativa e da basse velocità e pare per questo particolarmente compatibile con piccoli impianti ad asse verticale.

\_ I parametri significativi che è bene considerare nella fase di *screening* per individuare le direttrici infrastrutturali vocate ad ospitare questi impianti sono la densità di traffico veicolare, la presenza di corsie per sosta di emergenza o, in generale, la vicinanza della sede viaria di passaggio con la struttura su cui alloggiavano gli impianti, la non pedonabilità dell'asse viario (anche per fini di sicurezza).

\_ L'altezza di installazione degli aerogeneratori, la loro spaziatura, la loro taglia ideale delle macchine potranno essere definite solamente a seguito di adeguate indagini delle potenzialità locali.

In futuro una interessante applicazione di questi sistemi potrebbe essere quella di utilizzare l'energia elettrica prodotta direttamente sul posto per alimentare l'illuminazione viaria esistente o estendere la stessa alla zone che ne sono oggi sprovviste. Tale intervento potrebbe inoltre consentire un incremento del livello di sicurezza al transito degli autoveicoli sugli assi viari ad alta densità di traffico, in occasione delle giornate di nebbia o scarsa visibilità che frequentemente caratterizzano la Pianura Padana.

### 3.9 I CITTADINI E LE BUONE PRATICHE: AZIONI VOLONTARIE PER IL RISPARMIO ENERGETICO

Un sostanziale contributo allo sforzo per contrastare il cambiamento climatico può giungere da una diffusione sempre più capillare nei cittadini, di buone pratiche e di comportamenti finalizzati al risparmio energetico. Questi ultimi, senza dover mobilitare alcune risorse economiche, possono essere infatti forieri di considerevoli benefici in termini di riduzione delle emissioni climalteranti.

A questo proposito, la Commissione Europea ha lanciato, fin dal 2006, una campagna di sensibilizzazione denominata "Il cambiamento climatico: potete controllarlo" [3.19-3.20].

Questa campagna ha come obiettivo fondamentale quello di sensibilizzare i cittadini dell'Unione a modificare, seppur leggermente, le proprie abitudini quotidiane adottando semplici comportamenti virtuosi idonei a contrastare gli effetti delle eccessive emissioni di gas a effetto serra.

La campagna offre tutta una serie di consigli pratici e facili da applicare e mira a rendere il cittadino pienamente consapevole al contempo delle proprie responsabilità e potenzialità in questo settore, fornendo infine alcuni consigli efficaci per portare il suo seppur piccolo contributo individuale alla lotta contro il cambiamento climatico.

Si stima infatti che circa il 16% delle emissioni totali di gas a effetto serra dell'Unione sia riferibile ad attività riconducibili ai nuclei familiari.

Come ebbe modo di dichiarare il Commissario dell'Unione Europea, Responsabile per l'Ambiente, Stavros Dimas, nel 2006 al lancio della prima campagna: "A quanti ritengono che il proprio comportamento individuale non abbia alcuna importanza, rispondo che al contrario già solo i nuclei familiari dell'UE sono all'origine di una parte considerevole delle emissioni totali di gas a effetto serra dell'Unione, e che ciascuno di noi ha quindi un ruolo da svolgere nella riduzione di queste emissioni. La nostra campagna fornirà ai cittadini informazioni sul cambiamento climatico e indicherà ciò che possono fare per combatterlo. Avere un comportamento adeguato è meno difficile di come potrebbe sembrare."

Ogni cittadino dell'UE produce mediamente 11 tonnellate all'anno di emissioni di gas a effetto serra, principalmente anidride carbonica. La maggior parte di queste emissioni è causata dalla produzione e dall'utilizzo di energia (61%) e dai trasporti (21%), due settori che utilizzano principalmente combustibili fossili (carbone, petrolio e gas) la cui combustione genera ovviamente anidride carbonica.

Come si è detto i nuclei familiari, in particolare, utilizzano quasi un terzo dell'energia consumata nell'Unione Europea, e le stesse automobili private sono all'origine di circa la metà delle emissioni dovute al trasporto. Ciascun cittadino può e deve esercitare quindi un'influenza diretta su queste emissioni, cercando di contribuire il più possibile a ridurle.

Anche azioni indirette possono peraltro avere grandi potenzialità: una particolare attenzione nella gestione, nel riciclaggio o nel compostaggio dei rifiuti può portare grandi benefici: il costo energetico (e il peso emissivo ad esso associato) del riciclaggio di una scatola in alluminio è ad esempio di ben dieci volte inferiore rispetto al costo di fabbricazione di una scatola nuova.

La diffusione dei messaggi di questa campagna ha potuto fare affidamento su diversi "veicoli": dalla affissione di manifesti giganti con la "temperatura della terra" sui principali edifici della Commissione a Bruxelles, alle statue (e.g. il *Manneken Pis*, di Bruxelles, alcune statue di Johann Strauss a Vienna, etc) vestite di tanto in tanto con magliette recanti impressi i diversi messaggi della campagna di sensibilizzazione, fino ai più consueti strumenti di comunicazione mediatica (radio, televisione, internet).

Sullo stesso sito internet della campagna [3.20], insieme ai rapporti sull'effetto serra, il *global warming* e il potenziale rischio per il nostro pianeta, sono forniti circa cinquanta consigli / buone pratiche, che, se rispettate da grandi quote della popolazione, si stima potrebbero portare grandi benefici.

Tra gli obiettivi principali della campagna, quello di sensibilizzare gli allievi delle scuole secondarie, invitati a firmare una dichiarazione di impegno a ridurre le emissioni climalteranti riferibili alle proprie attività con buoni comportamenti.

Le azioni proposte sono semplicissime:

Il sito consente anche di stimare immediatamente le emissioni evitate impegnandosi a rispettare i buoni intenti prima enunciati [3.21].

\_ durante la stagione invernale abbassare il riscaldamento di circa 1°C, potendo così ottenere fino al 10% di risparmio energetico in termini di energia primaria sui consumi dell'uso finale;

\_ programmare il termostato dell'impianto di riscaldamento in modo da attenuare lo stesso di tre gradi centigradi, durante le ore notturne (l'azione ha la potenzialità di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> di circa 440 kg ogni anno per ogni abitazione; i benefici sono comunque già stati valutati nel paragrafo delle azioni sull'efficienza energetica);

\_ sostituire i vetri singoli con doppi vetri consente di limitare le emissioni di circa 350 kg CO<sub>2</sub> per abitazione ogni anno (anche in questo caso i benefici sono comunque già stati valutati nel paragrafo delle azioni sull'efficienza energetica);

\_ evitare di lasciare televisori, impianti stereo e computer in modalità "*stand-by*" (anche in questo caso risparmio energetico stimato al 10% dei consumi dell'uso finale);

\_ posizionare il frigorifero in un ambiente fresco (e.g. temperatura di 20 °C anziché di 30 °C) può consentire di evitare fino a 150 kg CO<sub>2</sub> ogni anno;

\_ all'acquisto di un nuovo frigorifero, scegliere un sistema targato *European Grade A+*, consente di limitare le emissioni di 210 kg CO<sub>2</sub> ogni anno;

\_ spegnere le lampadine quando si esce da un ambiente consente di ottenere un beneficio annuo di 270 kg CO<sub>2</sub> evitati;

\_ spegnere l'impianto di raffrescamento quando non si è in casa in estate, evita emissioni per 300 kg CO<sub>2</sub> ogni anno;

\_ scegliere di acquistare energia elettrica da Società che producono elettricità da Fonti Rinnovabili consente per ogni nucleo familiare minori emissioni per 520 kg CO<sub>2</sub> ogni anno (questo valore in Italia cresce, tuttavia i benefici sono già stati considerati nelle azioni connesse alla realizzazione di impianti fotovoltaici e microeolici);

\_ utilizzare la lavatrice a pieno carico: emissioni evitate per 45 kg CO<sub>2</sub> ogni anno;

\_ lasciare asciugare naturalmente i vestiti limitando l'utilizzo delle asciugatrici: emissioni evitate per 280 kg CO<sub>2</sub> ogni anno;

- \_ verificare di avere sempre una adeguata pressione nei pneumatici delle automobili può evitare ogni anno circa 140 kg CO<sub>2</sub> per veicolo;
- \_ utilizzare olio a bassa viscosità nel motore della propria automobile può evitare ogni anno circa 45 kg CO<sub>2</sub> per veicolo;
- \_ pianificare i percorsi durante i trasferimenti in automobile selezionando strade che consentano guida regolare (velocità il più possibile costante, poche accelerazioni e decelerazioni), a un basso numero di giri del motore consente di evitare ogni anno, circa 200 kg CO<sub>2</sub> per veicolo;
- \_ viaggiare ogni anno almeno per 1000 km in treno anziché in macchina: emissioni evitate per 110 kg CO<sub>2</sub> ogni anno;
- \_ utilizzare la bicicletta anziché l'autovettura per i piccoli spostamenti cittadini: emissioni evitate per 240 kg CO<sub>2</sub> ogni anno;
- \_ stampare la carta *recto-verso* (fino al 50% di risparmio sui consumi riferibili all'uso finale);
- \_ *etc.*

E' del tutto evidente che una Pubblica Amministrazione deve sostenere campagne come questa, per poter diffondere il più possibile queste fondamentali informazioni alla cittadinanza: la semplicità delle azioni e delle buone pratiche, insieme ai grandi benefici ad esse connesse, fanno della comunicazione uno degli aspetti cruciali della politica energetica.

Il Comune di Reggio Emilia, in questo senso, ormai da diversi anni è molto impegnato a sensibilizzare i cittadini alla raccolta differenziata, all'utilizzo della bicicletta per i piccoli spostamenti urbani (progetto *bicibus* di cui si dirà nel Capitolo della mobilità), *etc.*

Sebbene non sia possibile considerare le adesioni volontarie dei singoli cittadini a questo programma nel bilancio energetico comunale, e non sia quindi possibile apprezzarne quantitativamente i benefici, è in ogni caso di grande importanza affermarne gli straordinari obiettivi anche alla luce delle esigue risorse che si devono essere investite per la loro realizzazione.

### 3.10 CONCLUSIONI

In questo capitolo sono stati illustrati i diversi interventi, finalizzati al risparmio energetico e alla riduzione delle emissioni inquinanti, previsti dal Piano Energetico per quanto riguarda le attività riconducibili al settore civile.

Diverse azioni sono state proposte nell'ambito di ciascun intervento; per ognuna di esse sono stati calcolati i benefici in termini di minor utilizzo di energia primaria fossile e di emissioni climalteranti e inquinanti evitate.

Sono state quindi stimate le risorse finanziarie che dovrebbero essere investite nel settore per poter attuare i singoli interventi stabilendo così uno scenario di azione diversificato in cui sono ben miscelate sia azioni su base obbligatoria che volontaria

I risultati, riepilogati in tabella 3.14 per quanto riguarda il bilancio energetico del settore, e in tabella 3.15 per quanto concerne il quadro emissivo (anidride carbonica), mostrano risultati apparentemente non straordinari.

In realtà è necessario sottolineare alcuni aspetti che pur non essendo facilmente identificabili rivestono una straordinaria importanza.

\_ Come si può evincere dalla figura 3.11 il *trend* all'aumento della domanda energetica e delle emissioni climalteranti potrebbe essere già arrestato a partire dal 2008 con gli interventi previsti, realizzando poi una decisa inversione di tendenza sia per quanto concerne la domanda energetica, sia per quanto riguarda le emissioni climalteranti, giungendo al 2020 a decrementi del 6 % della prima e dello 8 % delle seconde sempre con riferimento agli usi finali del settore.

\_ Sebbene l'obiettivo di Kyoto appaia per l'intero settore ancora lontano, se si fa riferimento al così detto *carbon footprint* pro-capite, la quota parte delle emissioni di anidride carbonica associate agli usi finali del settore civile riferibili ad ogni singolo cittadino, si osserva che, una volta scontato il considerevole aumento della popolazione comunale, in realtà, la politica perseguita sarebbe estremamente virtuosa consentendo di passare da un valore di 2,305 tonnellate di anidride carbonica per cittadino nel 1990 (sempre per i soli usi finali del settore civile), al valore attuale di 2,642 tonnellate di anidride carbonica pro-capite, fino a scendere a 2,064 tonnellate pro-capite al 2020, il 10 % in meno rispetto al valore del 1990, ben al di sotto del decremento 6,5 % imposto dall'adesione Italiana al protocollo di Kyoto.



**Domanda Energetica Settore Civile**

**Energia Elettrica**

Elettricità Usi Domestici

Elettricità Altri Usi con p.i. fino a 30 kW

**Energia Termica**

Uso domestico(cottura cibi e acqua calda)

Riscaldamento (gas)

Riscaldamento Terziario (gas)

Teleriscaldamento Privati (gas)

Riscaldamento (altri combustibili)

**Totale \***

**Interventi**

Benefici da Fotovoltaico

Benefici da Solare Termico

Benefici da Eff.Energetica (192 e 311)

Benefici da Eff.Energetica(ECOABITA)

Benefici da Microgenerazione

**Totale \***

[aun] riferimento da bibliografia

[ - ] stima

[ - - ] nessuna fonte disponibile

\* nella valutazione della energia primaria associata ai consumi elettrici si è fatto riferimento ad un rendimento elettrico medio del 40% come da AEEG Delibera n. 296/05

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
<b>Energia Elettrica</b>																					
Elettricità Usi Domestici	116.1 <sup>[1]</sup>	132.6 <sup>[1]</sup>	136.8 <sup>[1]</sup>	139.7 <sup>[1]</sup>	144.8 <sup>[1]</sup>	145.4 <sup>[1]</sup>	150.2 <sup>[1]</sup>	158.9 <sup>[1]</sup>	155.8 <sup>[1]</sup>	162.9 <sup>[1]</sup>	167.5 <sup>[1]</sup>	164.5 <sup>[1]</sup>	168.1 <sup>[1]</sup>	171.8 <sup>[1]</sup>	175.6 <sup>[1]</sup>	179.5 <sup>[1]</sup>	183.4 <sup>[1]</sup>	187.4 <sup>[1]</sup>	191.6 <sup>[1]</sup>	204.5 <sup>[1]</sup>	228.0 <sup>[1]</sup>
Elettricità Altri Usi con p.i. fino a 30 kW	58.2 <sup>[1]</sup>	79.2 <sup>[1]</sup>	80.6 <sup>[1]</sup>	82.2 <sup>[1]</sup>	84.5 <sup>[1]</sup>	85.7 <sup>[1]</sup>	93.8 <sup>[1]</sup>	96.8 <sup>[1]</sup>	99.9 <sup>[1]</sup>	103.1 <sup>[1]</sup>	106.4 <sup>[1]</sup>	109.8 <sup>[1]</sup>	113.3 <sup>[1]</sup>	116.9 <sup>[1]</sup>	120.6 <sup>[1]</sup>	124.5 <sup>[1]</sup>	128.5 <sup>[1]</sup>	132.6 <sup>[1]</sup>	136.8 <sup>[1]</sup>	150.4 <sup>[1]</sup>	176.0 <sup>[1]</sup>
<b>Energia Termica</b>																					
Uso domestico(cottura cibi e acqua calda)	29.8 <sup>[1]</sup>	25.8 <sup>[1]</sup>	25.0 <sup>[1]</sup>	23.9 <sup>[1]</sup>	22.7 <sup>[1]</sup>	23.4 <sup>[1]</sup>	22.6 <sup>[1]</sup>	17.0 <sup>[1]</sup>	31.0 <sup>[1]</sup>	18.9 <sup>[1]</sup>	20.9 <sup>[1]</sup>	20.9 <sup>[1]</sup>	20.6 <sup>[1]</sup>	20.5 <sup>[1]</sup>	20.2 <sup>[1]</sup>	19.9 <sup>[1]</sup>	19.6 <sup>[1]</sup>	19.3 <sup>[1]</sup>	19.0 <sup>[1]</sup>	18.1 <sup>[1]</sup>	16.6 <sup>[1]</sup>
Riscaldamento (gas)	680.7 <sup>[1]</sup>	704.2 <sup>[1]</sup>	758.2 <sup>[1]</sup>	649.8 <sup>[1]</sup>	670.9 <sup>[1]</sup>	745.8 <sup>[1]</sup>	734.4 <sup>[1]</sup>	606.7 <sup>[1]</sup>	581.4 <sup>[1]</sup>	634.5 <sup>[1]</sup>	751.1 <sup>[1]</sup>	739.1 <sup>[1]</sup>	791.9 <sup>[1]</sup>	771.8 <sup>[1]</sup>	681.6 <sup>[1]</sup>	667.7 <sup>[1]</sup>	653.8 <sup>[1]</sup>	640.0 <sup>[1]</sup>	626.1 <sup>[1]</sup>	584.5 <sup>[1]</sup>	515.1 <sup>[1]</sup>
Riscaldamento Terziario (gas)	192.0 <sup>[1]</sup>	175.6 <sup>[1]</sup>	213.8 <sup>[1]</sup>	178.5 <sup>[1]</sup>	205.7 <sup>[1]</sup>	230.9 <sup>[1]</sup>	231.6 <sup>[1]</sup>	256.2 <sup>[1]</sup>	300.0 <sup>[1]</sup>	324.2 <sup>[1]</sup>	258.2 <sup>[1]</sup>	216.2 <sup>[1]</sup>	207.8 <sup>[1]</sup>	252.6 <sup>[1]</sup>	253.8 <sup>[1]</sup>	255.1 <sup>[1]</sup>	256.4 <sup>[1]</sup>	257.6 <sup>[1]</sup>	258.9 <sup>[1]</sup>	262.6 <sup>[1]</sup>	268.9 <sup>[1]</sup>
Teleriscaldamento Privati (gas)	127.5 <sup>[1]</sup>	182.8 <sup>[1]</sup>	283.8 <sup>[1]</sup>	207.5 <sup>[1]</sup>	246.6 <sup>[1]</sup>	266.6 <sup>[1]</sup>	268.1 <sup>[1]</sup>	252.7 <sup>[1]</sup>	293.2 <sup>[1]</sup>	331.3 <sup>[1]</sup>	327.6 <sup>[1]</sup>	349.5 <sup>[1]</sup>	309.4 <sup>[1]</sup>	335.8 <sup>[1]</sup>	347.2 <sup>[1]</sup>	358.7 <sup>[1]</sup>	370.1 <sup>[1]</sup>	370.1 <sup>[1]</sup>	370.1 <sup>[1]</sup>	370.1 <sup>[1]</sup>	370.1 <sup>[1]</sup>
Riscaldamento (altri combustibili)	1.4 <sup>[1]</sup>	0.6 <sup>[1]</sup>	0.4 <sup>[1]</sup>	0.3 <sup>[1]</sup>	0.3 <sup>[1]</sup>	0.3 <sup>[1]</sup>	0.3 <sup>[1]</sup>	0.4 <sup>[1]</sup>	0.4 <sup>[1]</sup>	0.4 <sup>[1]</sup>	0.4 <sup>[1]</sup>	0.4 <sup>[1]</sup>	0.3 <sup>[1]</sup>	0.3 <sup>[1]</sup>	0.3 <sup>[1]</sup>	0.3 <sup>[1]</sup>	0.3 <sup>[1]</sup>	0.3 <sup>[1]</sup>	0.3 <sup>[1]</sup>	0.2 <sup>[1]</sup>	0.2 <sup>[1]</sup>
<b>Totale *</b>	1467.2	1618.6	1824.9	1615.0	1719.4	1844.5	1867.0	1772.1	1845.2	1974.2	2042.9	2011.8	2033.5	2102.7	2043.7	2061.6	2079.9	2087.4	2095.4	2122.8	2181.0
<b>Interventi</b>																					
Benefici da Fotovoltaico														-0.9	-0.9	-6.4	-12.7	-19.1	-25.4	-44.5	-76.3
Benefici da Solare Termico														0.0	-1.8	-3.6	-5.4	-7.1	-8.9	-14.3	-23.2
Benefici da Eff.Energetica (192 e 311)														0.0	-5.8	-11.6	-18.4	-25.2	-31.9	-52.2	-86.1
Benefici da Eff.Energetica(ECOABITA)														0.0	-2.6	-5.3	-7.8	-10.2	-12.6	-19.9	-32.1
Benefici da Microgenerazione														0.0	-4.1	-8.1	-12.2	-16.3	-20.3	-32.5	-52.8
<b>Totale *</b>	1467.2	1618.6	1824.9	1615.0	1719.4	1844.5	1867.0	1772.1	1845.2	1974.2	2042.9	2011.8	2033.5	2101.8	2028.5	2026.6	2023.5	2009.5	1996.1	1959.3	1910.5

Tab. 3.14: bilancio energetico settore civile; in dettaglio i benefici ottenibili con gli interventi previsti dal Piano Energetico



## Emissioni Climalteranti [CO<sub>2</sub>]

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
<b>Energia Elettrica</b>																					
Elettricità Usi Domestici	65.5 [-]	70.8 [3]	72.5 [3]	74.6 [3]	79.1 [3]	73.6 [3]	75.1 [3]	79.5 [3]	77.9 [3]	81.4 [3]	83.8 [3]	82.3 [3]	84.1 [-]	85.9 [3]	87.8 [3]	89.7 [3]	91.7 [3]	93.7 [3]	95.8 [3]	102.2 [3]	114.0 [-]
Elettricità Altri Usi con pi. fino a 30 kW	32.8 [-]	42.3 [3]	42.7 [3]	43.9 [3]	46.1 [3]	43.3 [3]	46.9 [3]	48.4 [-]	49.9 [-]	51.5 [-]	53.2 [-]	54.9 [-]	56.6 [-]	58.4 [3]	60.3 [3]	62.2 [3]	64.2 [3]	66.3 [3]	68.4 [3]	75.2 [3]	88.0 [-]
<b>Energia Termica</b>																					
Uso domestico(cottura cibi e acqua calda)	5.9 [3]	5.1 [3]	5.0 [3]	4.8 [3]	4.5 [3]	4.7 [3]	4.5 [3]	3.4 [3]	6.2 [6]	3.8 [6]	4.2 [6]	4.2 [6]	4.1 [6]	4.1 [3]	4.0 [3]	4.0 [3]	3.9 [3]	3.8 [3]	3.8 [3]	3.6 [3]	3.3 [-]
Riscaldamento (gas)	135.7 [3]	140.4 [3]	151.1 [3]	129.5 [3]	133.7 [3]	148.7 [3]	146.4 [3]	120.9 [6]	115.9 [6]	126.5 [6]	149.7 [6]	147.3 [6]	157.8 [6]	153.8 [6]	135.9 [3]	133.1 [3]	130.3 [3]	127.6 [3]	124.8 [3]	116.5 [3]	102.7 [-]
Riscaldamento Terziario (gas)	38.3 [3]	35.0 [3]	42.6 [3]	35.6 [3]	41.0 [3]	46.0 [3]	46.2 [3]	51.1 [6]	59.8 [6]	64.6 [6]	51.5 [6]	43.1 [6]	41.4 [6]	50.3 [3]	50.6 [3]	50.8 [3]	51.1 [3]	51.4 [3]	51.6 [3]	52.4 [3]	53.6 [-]
Teleriscaldamento Privati (gas)	25.4 [-]	36.4 [-]	56.6 [-]	41.4 [-]	49.2 [-]	53.1 [-]	53.4 [-]	50.4 [-]	58.4 [-]	66.1 [-]	65.3 [3]	69.7 [3]	61.7 [3]	66.9 [3]	69.2 [3]	71.5 [3]	73.8 [3]	73.8 [3]	73.8 [3]	73.8 [3]	73.8 [3]
Riscaldamento (altri combustibili)	0.4 [3]	0.2 [-]	0.1 [-]	0.1 [-]	0.1 [-]	0.1 [-]	0.1 [-]	0.1 [3]	0.1 [-]	0.1 [-]	0.1 [-]	0.1 [-]	0.1 [-]	0.1 [3]	0.1 [3]	0.1 [3]	0.1 [3]	0.1 [3]	0.1 [3]	0.1 [3]	0.0 [-]
<b>Totale</b>																					
<b>Interventi</b>																					
Benefici da Fotovoltaico	304.0	330.2	370.7	329.8	353.7	369.5	372.6	353.7	368.2	394.0	407.7	401.5	405.8	419.6	407.9	411.5	415.1	416.6	418.2	423.7	435.4
Benefici da Solare Termico																					
Benefici da Eff.Energetica (192 e 311)																					
Benefici da Eff.Energetica(ECOABITA)																					
Benefici da Microgenerazione																					
<b>Totale</b>																					
	304.0	330.2	370.7	329.8	353.7	369.5	372.6	353.7	368.2	394.0	407.7	401.5	405.8	419.4	404.9	404.0	402.9	399.5	396.3	387.4	375.0

[num] riferimento da bibliografia  
 [-] stima  
 [-] nessuna fonte disponibile

Tab. 3.15: inventario emissioni climalteranti settore civile; in dettaglio i benefici ottenibili con gli interventi previsti dal Piano Energetico

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
Emissioni Pro Capite																					
Attività Settore Civile	2.305	2.439	2.701	2.370	2.500	2.572	2.550	2.381	2.458	2.588	2.652	2.587	2.539	2.642	2.522	2.490	2.456	2.410	2.365	2.241	2.064

Tab. 3.16: inventario emissioni climalteranti settore pro capite da attività settore civile

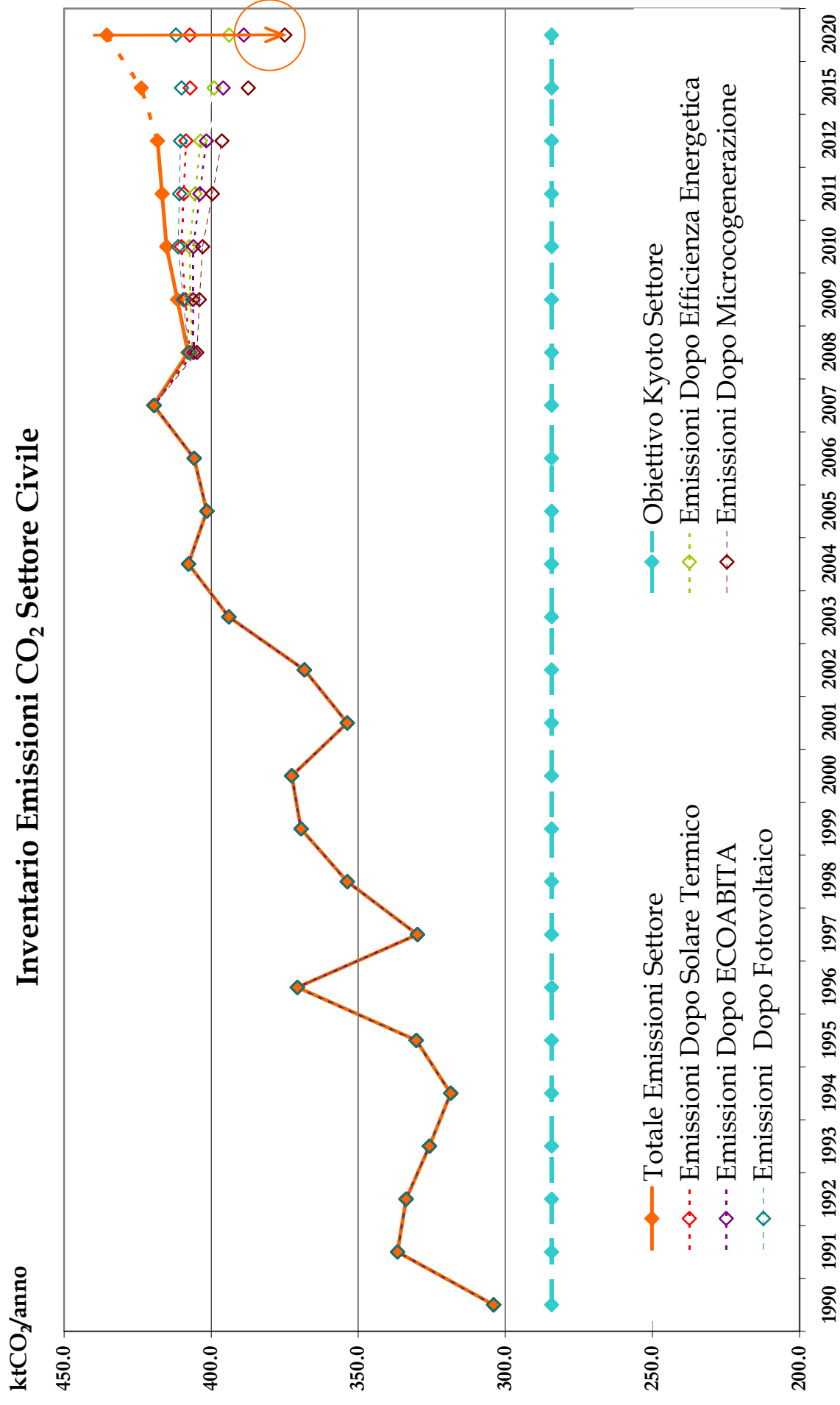


Fig. 3.11: il settore civile e le azioni del Piano Energetico

### 3.11 BIBLIOGRAFIA

- [3.1] Progetto Europeo RES-RUE Dissemination. 2003.  
Disponibile online: [http://adiconsum.informing.it/shared/documenti/doc2\\_51.pdf](http://adiconsum.informing.it/shared/documenti/doc2_51.pdf)
- [3.2] 14° Censimento della popolazione e delle abitazioni 2001, dati ISTAT per Emilia Romagna. 2001.  
Disponibile online:  
[http://sasweb.regione.emilia-romagna.it/cgi-bin/broker.exe?\\_service=censi&\\_program=prog.selezione.sas&\\_ds=abioccsun](http://sasweb.regione.emilia-romagna.it/cgi-bin/broker.exe?_service=censi&_program=prog.selezione.sas&_ds=abioccsun)
- [3.3] Osservatorio congiunturale sulla piccola e media impresa di Confartigianato Federimprese Emilia Romagna. 2006.  
Disponibile online: <http://www.emilianet.it/Sezione.jsp?idSezione=7267&idSezioneRif=15>
- [3.4] G. Bizzarri, G. L. Morini: A Life Cycle Analysis of building integrated photovoltaic systems, *International Journal of Environmental Technology and Management*, in review, 2006.
- [3.5] K.Knapp, T.Jester: Empirical investigation of the energy payback time for photovoltaic modules, *Solar Energy* Vol. 71, No. 3, pp. 165-172, 2001.
- [3.6] G. Bizzarri, G.L. Morini: New technologies for an effective energy retrofit of hospitals, *Applied Thermal Engineering*, Anno 26, numero 2-3, pp. 161-169, 2006.
- [3.7] G. Bizzarri: On the size effect in PAFC hybrid plant, *Applied Thermal Engineering*, Anno 26, numero 10, pp. 1001-1007, 2006.
- [3.8] G. Bizzarri, G.L. Morini: Greenhouse gas reductions and primary energy savings via adoption of hybrid plants in place of conventional ones, *Twelfth International Conference on Modelling, Monitoring and Management of Air Pollution*, Rodi, Grecia, 30 Giugno al 2 Luglio 2004, Pp. 327-337 WITT PRESS, Southampton, Boston.
- [3.9] European Commission PVGIS: Geographical Assessment of Solar Energy Resource and Photovoltaic Technology.
- [3.10] Comune di Reggio Emilia, Eni spa e Studio Alfa srl. Analisi dello stato degli edifici e delle abitazioni nel Comune di Reggio Emilia (Aprile 2007).
- [3.11] Fonti: ISTAT - 14° censimento della popolazione e delle abitazioni, Agenzia per il Territorio, Bilancio Energetico Provinciale
- [3.12] Comune di Reggio Emilia. Censimento energetico degli edifici. Lavori di preparazione del PSC, 2006.
- [3.13] A. Pratissoli, A. Lambruschi (Comune di Reggio Emilia), P. Ferri (Provincia di Reggio Emilia), G. Bizzarri. Progetto di quantificazione, monitoraggio e rendicontazione della riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dall'applicazione della certificazione energetica degli edifici ECOABITA®. riduCO2 Linee Guida. Settembre 2007.
- [3.14] G. Bizzarri, M. Bottarelli, V. Belpoliti, P. Pastore, A. Pratissoli, P. Ferri. Potential in GHG emissions abatement through an effective energy policy: the Reggio Emilia case. *International Conference The sustainable City*, Skiathos. Greece, September 2008.

- [3.15] ARPA Reggio Emilia. Dati anemometrici per il P.U.M.. Anni 2005 e 2006.
- [3.16] CESI. Atlante Eolico Interattivo CESI (2008). Risorsa on-line. Gennaio 2008.
- [3.17] Tavole Atlante Eolico CESI: risorsa eolica stimata (producibilità in ore equivalenti) calcolata a 50 m s.l.t.
- [3.18] CESI. Università di Genova. Dipartimento di Fisica. Ricerca di Sistema per il settore elettrico Progetto ENERIN. Atlante Eolico dell'Italia. Novembre 2002.
- [3.19] Commissione Europea sul cambiamento climatico:  
Disponibile online: [http://www.europa.eu.int/comm/environment/climat/home\\_en.htm](http://www.europa.eu.int/comm/environment/climat/home_en.htm)
- [3.20] Commissione Europea sul cambiamento climatico: "Il cambiamento climatico: potete controllarlo"  
Disponibile online: <http://www.climatechange.eu.com>
- [3.21] Commissione Europea sul cambiamento climatico:  
Disponibile online: <http://www.mycarbonfootprint.eu/>



# 4

## Gli interventi nel settore dell'industria





## 4.1 INTRODUZIONE

La pianificazione energetica del settore industriale costituisce un obiettivo cruciale all'interno del Piano Energetico Comunale e della Pianificazione Territoriale più in generale.

In virtù degli elevati fabbisogni energetici che caratterizzano normalmente le attività industriali, appare evidente che l'attuazione di politiche finalizzate ad eliminare gli sprechi e ad ottimizzare i fabbisogni, debba essere considerata come una priorità di intervento assoluta per il settore.

Nello sviluppo del Piano, fin dalla fase immediatamente successiva alle indagini dei bilanci energetici e alla stesura delle prime proposte di intervento, sono subito emerse le straordinarie potenzialità per quanto concerne il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti, insite nel settore.

Secondo le stime al 2007, all'industria può essere infatti associato circa il 25% della domanda energetica e il 29 % delle emissioni climalteranti della città di Reggio Emilia, questo nonostante la sostanziale assenza di attività industriali particolarmente energivore.

In virtù di questa considerazione, anche solo una semplice ottimizzazione della considerevole domanda energetica caratterizzante il settore, che si potrebbe ottenere attraverso la programmazione anche di pochi singoli interventi ben strutturati, potrebbe consentire di conseguire notevoli risultati.

La contemporanea predisposizione del Piano Energetico, e del P.S.C. cittadino, costituisce infine una congiuntura davvero favorevole consentendo di definire le azioni sulla scala territoriale in modo del tutto sinergico tra le istanze dell'efficienza energetica e quelle del futuro sviluppo cittadino. Alle linee di intervento programmate dal Piano Energetico, potrà così fare immediatamente seguito una repentina messa in cantiere delle stesse azioni.

## 4.2 INQUADRAMENTO – LE ASPETTATIVE DI SVILUPPO PER LE AREE INDUSTRIALI [4.1]

### 4.2.1 IL PIANO STRUTTURALE COMUNALE E LE AREE ECOLOGICAMENTE ATTREZZATE

Le zone produttive del territorio comunale, si concentrano prevalentemente a nord del capoluogo, laddove si alternano tessuti di più antica formazione e ad impianto unitario, con insediamenti sorti dalla giustapposizione di interventi singoli attuati nel corso tempo [4.1].

L'estensione complessiva delle zone produttive del Comune di Reggio Emilia si attesta sui 1.000 ettari. Di queste, una percentuale pari allo 84% risulta attuata, mentre il 7% è in attesa di approvazione. Per le zone non ancora attuate, con le attività del Piano Strutturale Comunale, in corso di predisposizione, si è cercato di privilegiare strategie e le politiche attente ad alcuni requisiti di qualità quali il grado di accessibilità, l'innovazione tecnologica, l'utilizzo di sistemi a basso impatto ambientale. Per le restanti aree sono stati individuati percorsi di riqualificazione dell'esistente (Fig. 4.1).

A questo scopo, sono state avviate, nell'ambito delle indagini elaborate per il PSC, letture che sapessero individuare e approfondire le caratteristiche degli "ambiti specializzati per le attività produttive", così come richiesto dalla L.R. 20/2000, e, al contempo, riuscissero ad esaminare la morfologia e le relazioni dei tessuti produttivi nell'ambito più vasto del territorio urbano.

Partendo dall'Atlante Ervet delle aree produttive e assumendo come uno dei criteri di selezione quello dimensionale (ambiti > 20 ettari) sono stati individuati tredici ambiti che, comprendendo quasi i



tre quarti delle aree produttive totali, potevano per questo essere ritenuti sufficientemente rappresentativi. Un terzo di questi ambiti mostra un'estensione compresa tra 20 e 50 ettari, mentre quasi tutti gli ambiti dei restanti due terzi, hanno dimensioni comprese tra 50 e 100 ettari.

L'area industriale di Mancasale costituisce l'ambito più vasto con una superficie di circa 217 ettari.

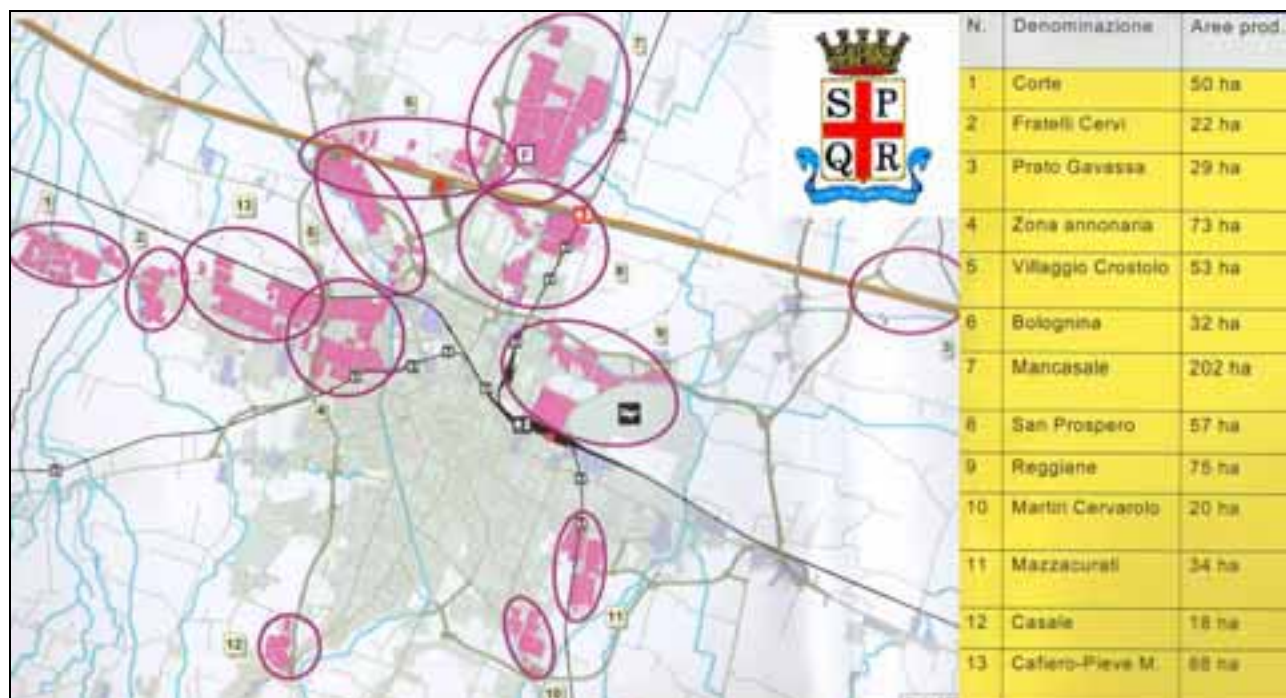


Fig. 4.1: principali ambiti specializzati per attività produttive del Comune di Reggio Emilia con relativa percentuale di attuazione e descrizione delle funzioni [4.1]

Per quanto riguarda la saturazione (parametro fondamentale nelle analisi di Piano Energetico), gli ambiti di minori dimensioni, in genere localizzati a sud della via Emilia, risultano sostanzialmente saturi (attuazione > 90%), mentre quelli più estesi hanno ancora percentuali considerevoli di aree residue (da PRG: attuazione > 50%).

L'ambito di Prato Gavassa è l'unico che risulta attuato solo per il 3%.

La caratterizzazione funzionale indica una prevalenza degli ambiti che si connotano per essere sia artigianali - industriali che terziari e di servizio.

L'accessibilità alle principali infrastrutture privilegia le aree poste a nord, in particolare nelle vicinanze delle uscite autostradali e/o delle stazioni ferroviarie.

La LR 20/2000 prevede che gli "ambiti specializzati per attività produttive di rilievo sovra-comunale" debbano essere realizzati secondo i criteri delle "Aree Ecologicamente Attrezzate" (AEA), se di nuovo impianto; se già esistenti, è possibile invece incentivarne la trasformazione in tal senso.

Sono AEA gli ambiti specializzati per attività produttive dotati di "infrastrutture, servizi e sistemi idonei a garantire la tutela della salute, della sicurezza e dell'ambiente" (art. A-14 LR 20)

La definizione dei requisiti delle AEA spetta alla Regione, che ha rinviando alla Direttiva regionale sulla Valutazione di impatto ambientale (LR 9/99).

Secondo tale provvedimento per l'AEA:

\_ deve essere individuato il Soggetto Gestore Unico delle infrastrutture, dei servizi e delle attrezzature in dotazione all'AEA;

\_ deve essere progettata e realizzata con contenuti urbanisti co-territoriali di qualità, sulla base di una serie di specifiche assegnate;

\_ deve essere attuata una gestione ambientale di qualità, sulla base di una serie di specifiche.

Contestualmente alla sua realizzazione, occorre definire un programma di monitoraggio pluriennale per l'Area Ecologicamente Attrezzata.

I contenuti di gestione ambientale di qualità vanno infatti perseguiti attraverso la definizione di un "Programma ambientale" poliennale, che preveda possibilmente un progressivo miglioramento delle *performances* ambientali dell'AEA e delle singole imprese in essa insediate. E' previsto un aggiornamento periodico del programma, una sua rendicontazione attraverso la elaborazione di documenti di pubblica evidenza elaborati sulla base di una specifica analisi ambientale dell'area, delle sue attività, dei suoi prodotti e dei suoi servizi.

E' il Soggetto Gestore a tenere sotto costante monitoraggio i contenuti urbanistico - territoriali di qualità e le condizioni di gestione ambientale, al fine di valutarne l'efficacia e la rispondenza ai criteri fissati.

Il percorso previsto per l'individuazione delle AEA può tra l'altro essere anche utilizzato per adottare sistemi di certificazione ambientale sia per le aree (EMAS) che per imprese insediate (ISO 14000).

#### 4.2.2 LA ZONA PRODUTTIVA SOVRA-COMUNALE DI PRATO GAVASSA

Nei decenni scorsi, nelle zone produttive, su ogni 1000 mq di area disponibile, potevano essere edificati 600-700 mq: nel caso di Gavassa (Fig. 4.2), l'indice di edificabilità risulta essere invece molto inferiore, pari al 40%. Negli interventi del passato, il verde era circa il 10% della superficie fondiaria e, in diversi casi, non veniva nemmeno allestito o acquisito al patrimonio pubblico (ne è un esempio Mancasale, con la dotazione di una sola area destinata a verde pubblico, peraltro ancora non allestita): nel caso di Gavassa, invece, il verde privato ed il verde pubblico superano il 40% della superficie territoriale, con la messa a dimora di circa 3.000 essenze [4.1].

L'area produttiva di Prato Gavassa si caratterizzerà inoltre per tutta una serie di requisiti: qualità edilizia ed architettonica, risparmio energetico, uso di fonti rinnovabili, contenimento delle emissioni inquinanti in atmosfera, dotazione di infrastrutture, adeguata cablatrice, banda larga, efficace trasporto pubblico e piste ciclabili, caratterizzeranno questo intervento, al fine di creare un "luogo della produzione" caratterizzato da qualità e innovazione tecnologica e urbanistica, adeguato a sostenere lo sviluppo delle piccole e medie imprese reggiane che lo eleggeranno a residenza, dotandole delle infrastrutture e di servizi adeguati.

Unico potenziale limite dell'area potrebbe essere la mancanza di un casello autostradale nelle vicinanze. La realizzazione di una interconnessione aperta con la autostrada potrebbe tra l'altro servire i quartieri orientali della città, più lontani dal casello cittadino dopo il suo trasferimento a ovest. L'elevata infrastrutturazione viaria caratterizzante l'area di Prato Gavassa, potrebbe davvero trovare la sua ottimizzazione con la creazione di un casello autostradale *ad hoc*.



Fig. 4.2: la zona industriale di Prato - Gavassa [4.1]

#### 4.2.3 LA ZONA PRODUTTIVA DI MANCASALE

Mancasale (Fig. 4.3) rappresenta l'ambito produttivo più consistente in termini di estensione e di attività insediate. Caratterizzato da un buon grado di accessibilità rispetto alle principali infrastrutture sia stradali (casello della autostrada A1 e l'accesso diretto al sistema delle tangenziali), sia ferroviarie (presenza della stazione mediopadana dell'alta velocità, vicinanza alla stazione del servizio ferroviario locale, perfezionamento del sistema della metropolitana di superficie), costituisce esso stesso un nodo produttivo centrale per la città per la sua posizione strategica tra autostrada e stazione alta velocità/alta capacità.

In termini qualitativi l'area è servita dalle principali reti tecnologiche anche se non tutte caratterizzate da un livello di efficienza adeguato alla domanda di alta qualità proveniente dalle utenze già presenti o in procinto di insediarsi su quel territorio. I quaderni predisposti in occasione della redazione del PSC [4.1] evidenziano che la configurazione fisica degli spazi mostra una scarsa qualità complessiva del tessuto urbano: un insediamento pressoché monofunzionale, organizzato su un reticolo viario ortogonale, spesso caratterizzato da sedi stradali sovradimensionate rispetto ai flussi esistenti.

Sono quasi del tutto assenti strutture che forniscano servizi, mentre continua a coesistere, adiacente alla Fiera, un seppur minimo tessuto residenziale.

Il costruito è connotato da un'elevata densità volumetrica: una successione di capannoni industriali - artigianali lascia poco spazio a spazi aperti pertinenziali, con un rapporto di copertura e un livello di impermeabilità del terreno molto elevato.

A differenza dell'altra area di Prato Gavassa, l'area di Mancasale appare poi ormai del tutto attuata così in questo caso sembra più corretto ragionare in termini di riqualificazione dell'esistente, sia per quanto concerne l'ambiente urbano, sia per quanto riguarda le reti tecnologiche.



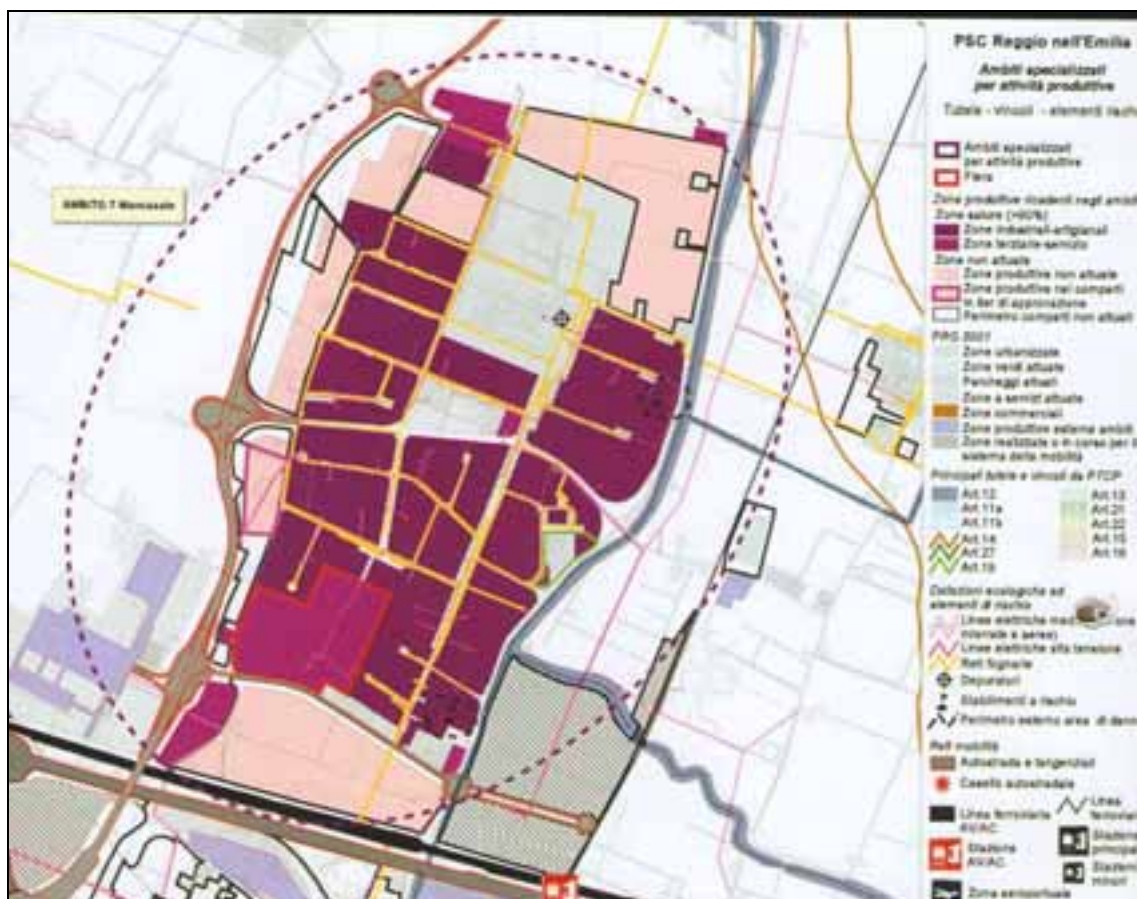


Fig. 4.3: la zona industriale di Mancasale [4.1]

#### 4.2.4 LA DOMANDA ENERGETICA – LINEE GUIDA PER LA DEFINIZIONE DI AZIONI SUL TERRITORIO

Come già anticipato nel capitolo 2, per questo concerne la domanda energetica delle aree industriali del Comune di Reggio Emilia (Fig. 4.4), i database disponibili si sono mostrati abbastanza eterogenei e in certi casi non del tutto chiari. Questa disomogeneità spiega facilmente anche il *pattern* irregolare, quasi a gradini che caratterizza la curva dell'evoluzione della domanda energetica del settore dal 1990 ad oggi.

I pochi riferimenti disponibili sono risultati tuttavia fondamentali perché hanno consentito di verificare la congruenza delle ipotesi di lavoro sulla effettive necessità delle singole attività produttive. A questo proposito Un primo riferimento utile per calibrare gli interventi è costituito dall'inventario CORINAIR che analizza ben 530 aziende industriali per il Comune di Reggio Emilia all'anno 2000 [4.3].

Il dato, citato anche nel recente Piano Energetico Regionale riferisce che nell'industria manifatturiera i consumi energetici annui per unità di lavoro (UL) possono essere mediamente stimati a

$$8,4 \text{ tep/UL} = 97,675 \text{ MWh/UL} \quad ,$$

gli stessi hanno fatto registrare una crescita pari al 2,2% annuo negli ultimi 10 anni.

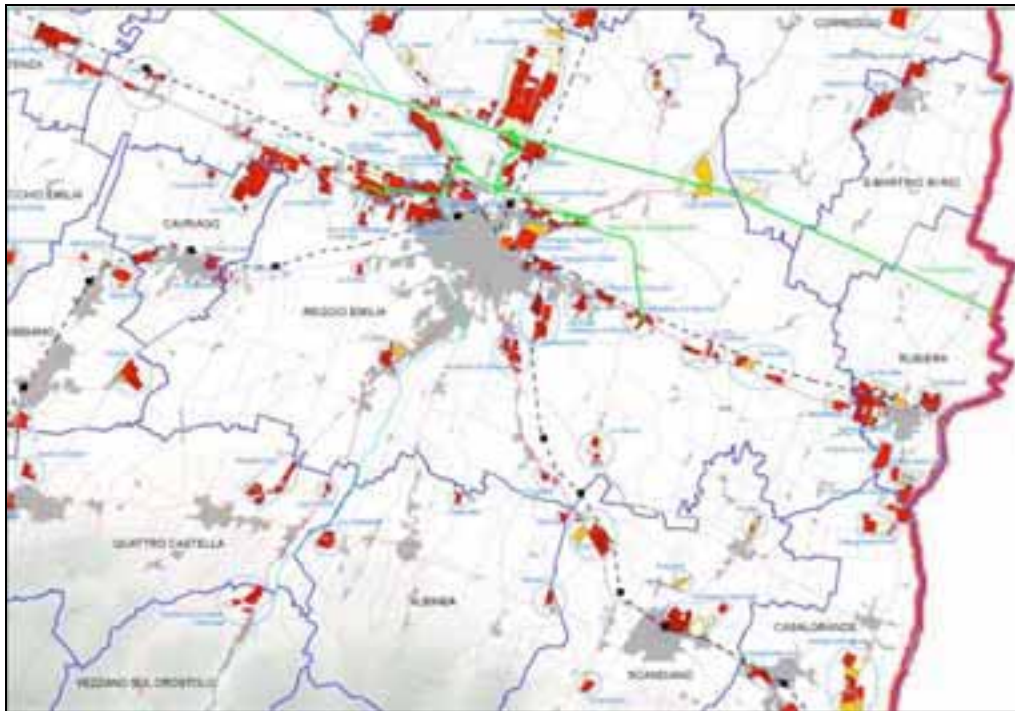


Fig. 4.3: le aree industriali del Comune di Reggio Emilia e dei Comuni limitrofi. [4.2]

Analogamente, i consumi elettrici annui per unità di lavoro, attestati a

22,5 MWh/UL

hanno mostrato una crescita pari al 2,5% annuo nello stesso periodo.

Assindustria [4.4] fornisce invece un dato aggregato a 65 industrie, attive nel Comune di Reggio Emilia (anno 2006).

Secondo le elaborazioni fornite il fabbisogno di energia elettrica complessivo del paniere sarebbe pari a 58 439 850 kWh<sub>e</sub> /anno, per un valore medio di 899 075 kWh<sub>e</sub> /anno per utilizzatore finale.

Questo ultimo valore risulta essere di particolare importanza perché è proprio su di esso che sono stati calibrati alcuni degli interventi di *energy retrofit* realizzati, ad esempio, mediante installazione di microturbine.

Un ulteriore elemento di verifica è fornito da Dati AGAC [4.5] del 2000 che mostrano, con riferimento al metano per uso tecnologico, per un campione rappresentativo di 725 utenze industriali attive un fabbisogno di energia primaria complessivo pari a: 223769232 kWh /anno, corrispondente a una media di 308647 kWh /anno per ogni singola attività industriale.

Lo stesso dato è stato infine fornito anche per tutte le annate successive, mostrando nel tempo un *trend* piuttosto irregolare. In ogni caso, il campione di utenze ricompreso nel paniere appare comunque troppo vasto ed eterogeneo per poter essere considerato sufficientemente rappresentativo ed essere quindi utilizzato nell'elaborazione degli studi di fattibilità previsti con gli interventi di *energy retrofit*.

## 4.3 LA PIANIFICAZIONE NEL SETTORE INDUSTRIALE [4.6]

Il problema principale nella realizzazione di interventi per il risparmio energetico è spesso legato alla barriera rappresentata dall'investimento iniziale. Gli utili generati dall'investimento non sono infatti sempre ripagati a breve termine, sebbene l'operazione, tuttavia, appaia quasi sempre a bassissimo indice di rischio.

Questo scarso *appeal* finanziario ha però fino ad oggi limitato il volume degli interventi a quei pochi casi isolati spesso nati dalle politiche di informazione/incentivazione promosse dalle stesse Pubbliche Amministrazioni.

Appare quindi indispensabile individuare nuovi strumenti che riescano a suscitare interesse in un numero di soggetti sempre crescente, senza ovviamente rinunciare alla attività già in poste in essere grazie alle campagne delle Pubbliche Amministrazioni.

In quest'ambito, il coinvolgimento degli attori del settore industriale nelle azioni di pianificazione, fin dalle fasi preliminari, potrebbe creare una estesa convergenza di obiettivi tra soggetti attuatori e i soggetti promotori, consentendo infine di intraprendere efficacemente un maggior numero di iniziative virtuose. Il verificarsi di una tale congiuntura sarebbe foriera ad una notevole amplificazione delle azioni nell'ambito della promozione dell'efficienza energetica, azioni viceversa confinate al solo settore pubblico e agli scenari di intervento previsti dalle normative di riferimento dei diversi settori produttivi.

Il settore industriale si dimostra peraltro, in potenza, tra i più ricettivi nei confronti delle iniziative tese al contenimento dei fabbisogni, soprattutto nel momento in cui queste sono accompagnate da piani finanziari ben strutturati.

Il successo delle politiche energetiche incentivanti, nel settore industriale esattamente come negli altri, sarà ottenuto allorquando i tempi di ritorno degli investimenti programmati saranno paragonabili a quelli degli altri investimenti di *benchmark*. In quel momento sarà rimosso il principale vincolo alla mobilitazione di capitali privati e molte iniziative private potranno accompagnare le già numerose azioni pubbliche

## 4.4 UN ENTE E UN PROTOCOLLO DI QUALITÀ' PER L'ENERGIA E L'INDUSTRIA

Appare quindi sempre più necessario riuscire ad attivare, anche nel settore industriale, nuovi strumenti finanziari per supportare le azioni del Piano Energetico e della pianificazione urbanistica più in generale.

Uno di questi strumenti potrebbe essere la nascita di Soggetti Pubblici di indirizzo, come ad esempio una Agenzia per l'Energia, o un altro Ente come la stessa Ecoabita, che possano agire da garanti degli interventi proposti dai singoli soggetti responsabili, nei confronti degli istituti di credito.

Tramite questo Ente, la Pubblica Amministrazione potrebbe così estendere la sua azione promotrice sensibilizzando gli Istituti di credito a creare fondi appositamente dedicati a finanziare in *project finance* gli interventi per l'efficienza energetica, anche nel settore dell'industria.

Una azione analoga potrebbe essere condotta nei confronti delle compagnie assicurative al fine di attivare un sistema simile a quello dei così detti “derivati”, polizze assicurative “*all inclusive*” che coprirebbero gli investitori da ogni rischio connesso all’esercizio degli impianti.

Il volume di affari generato dai molti soggetti che potrebbero essere interessati a questo tipo di garanzie consentirebbe quasi certamente una diminuzione delle spese assicurative e con esse dei costi di esercizio dei nuovi impianti.

Le garanzie fornite da questo Ente potrebbero così consentire di attuare azioni sempre più incisive nell’ambito del risparmio energetico, superando i vincoli costituiti dalla solidità creditizia di soggetti industriali magari già impegnati in investimenti nel settore produttivo.

Appaiono invece controproducenti, le azioni di finanziamento diretto da parte dell’Amministrazione, peraltro già impegnata in numerose altre iniziative virtuose nel settore dell’energia. Una simile politica sarebbe oltretutto in contrasto con la efficiente logica di *outsourcing* nella gestione del settore percorsa negli ultimi anni dall’Amministrazione stessa.

Una linea di azione ancora più incisiva potrebbe essere nascere dal concerto di Pubblica Amministrazione e di una costellazione di Società terze strutturate sulla fattispecie delle ESCO.

In questo caso, l’utente finale, industria, terziario o residenza, opportunamente informato e convinto della opportunità di realizzare interventi per il risparmio energetico, ma priva del necessario *know how*, si potrebbe rivolgere al Comune stesso segnalando la sua disponibilità.

Secondo questo meccanismo, il Comune, sottoscritto un accordo con l’utente finale si attiva, avendo preliminarmente individuato i possibili interventi, sottoponendo le stesse linee di azione ad una molteplicità di soggetti terzi, costituiti sotto forma di ESCO, ricercando tra questi il soggetto più adeguato, interessato a realizzare l’intervento. Questo *iter*, costruito ponendo in concorrenza le diverse ESCO, riuscirebbe a garantire all’utente le migliori condizioni di investimento, fatto salvo il rispetto di garanzie minime di qualità.

Le successive fasi sarebbero quelle normalmente previste dal meccanismo del finanziamento che sta alla base delle società ESCO.

## **4.5 LO STRUMENTO DELLE AREE ECOLOGICAMENTE ATTREZZATE (AEA)**

Dimostrata la opportunità connessa al coinvolgimento delle utenze industriali nell’attuazione di interventi per l’efficienza energetica, diviene quindi interessante esplorare quali siano le possibili forme di cooperazione tra questi stessi soggetti.

E’ infatti fondamentale che gli attori del settore produttivo possano comunicare tra loro per poter rendere attuabili i criteri generali prima enunciati.

Utenze fisicamente adiacenti presentano in molti casi fabbisogni energetici caratterizzati da complementarità; inoltre, la sostanziale assenza sul territorio reggiano di industrie ad alta intensità energetica fa sì che le stesse utenze industriali siano spesso caratterizzate da *energy patterns* molto simili.

La recente liberalizzazione del mercato energetico ha così già mostrato primi tentativi di dialogo tra soggetti diversi, che si sono aggregati tra loro condividendo le proprie necessità in termini energetici.

Sono così sorti raggruppamenti di imprese che si sono ad esempio consorziate per andare alla ricerca del fornitore più conveniente.

Oggi è forse giunto il momento di compiere un ulteriore passo in avanti: il passaggio da consumatori di energia ad auto-produttori.

Condicio *sine qua non* per completare questo passaggio evolutivo è il sanare il profondo deficit di *know how* che caratterizza il settore.

Quando si parla di nuova politica energetica non ci si riferisce infatti soltanto agli interventi “classici” oggetto di grande attenzione mediatica, quali le installazioni di moduli fotovoltaici o l'applicazione di “cappotti” agli involucri degli edifici, ma si deve piuttosto ragionare in termini di impianti speciali per la cogenerazione o anche la trigenerazione, sistemi capaci di garantire l'approvvigionamento energetico delle strutture con le più alte efficienze energetiche.

La attuazione di siffatti scenari non può prescindere da competenze spesso troppo complesse per essere gestite dal settore tecnico di aziende che magari hanno altrove il loro *core business*.

Diviene quindi fondamentale che gli attori interessati si aggregino in un unico Soggetto capace di recepire le istanze di tutti i diversi Soggetti costituenti la costellazione a lui afferente per poi guidarne le scelte in materia di energia, una sorta di *energy manager* di area.

Il già citato strumento delle Aree Ecologicamente Attrezzate (AEA), previste dalla normativa regionale, ben si sposa con il campo in cui questo Soggetto dovrebbe operare: il tema del Gestore Unico previsto per le AEA rappresenta infatti la chiave di volta di tutto il discorso, l'elemento fondante su cui puntare al fine si generare quella condivisione di *know-how*, infrastrutture, e di tutto ciò che è necessario a qualificare anche le piccole imprese.

Da questo punto di vista, la presenza locale di *energy providers* come Eni non può che essere valutata positivamente; se queste realtà sapranno essere adeguatamente coinvolte nel processo delle Aree Ecologicamente Attrezzate, esse potranno rappresentare una risorsa in più nello sviluppo delle iniziative per l'efficienza energetica. Occorrerà in ogni caso garantire al Gestore Unico della AEA di poter operare in reale regime di concorrenza soprattutto per quel che concerne la disponibilità delle reti; viceversa, sarà molto alto il rischio di condizionare gli interventi a forti diseconomie di monopolio.

I benefici connessi all'adozione dello schema di AEA per una area industriale possono essere quindi così elencati:

1) efficienza energetica: la condivisione di *know how* potrà consentire di adottare la *best available technology* (BAT) in termini di efficienza energetica. La taglia della centrale di cogenerazione, calibrata su una molteplicità di utenze anziché su una singola azienda, potrà consentire di adottare quei dispositivi utili a ridurre le emissioni climalteranti e, soprattutto, inquinanti, altrimenti troppo costosi per i piccoli impianti. Gli stessi dispositivi sono infatti normalmente assenti in macchine a cogenerazione di piccola taglia rappresentando un forte elemento di debolezza di questi sistemi soprattutto per quanto concerne le emissioni di polveri sottili e di ossidi di azoto, sostanze inquinanti la cui gestione è estremamente problematica in aree, come quella di Reggio Emilia, caratterizzate da una scarsa dinamica atmosferica. La AEA consentirebbe così di evitare la proliferazione di micro-sistemi a cogenerazione limitando fortemente il rischio di non controllare le emissioni delle stesse polveri e ossidi di azoto, pur contenendo quelle di anidride carbonica.

2) Le aree verdi previste all'interno delle AEA potranno portare grandi benefici al microclima locale: indipendentemente dall'azione di sequestro della anidride carbonica caratteristico di tutte le essenze arboree e vegetali, è risaputo che l'abbondanza di aree verdi consente anche di limitare il così



detto “effetto isola”, quel fenomeno, innescato dall’abbondare di superfici scure nell’aria urbana che porta in estate al surriscaldamento delle zone cittadine rispetto alle adiacenti zone di campagna.

3) La aggregazione di più soggetti all’interno delle AEA può comportare economie nella gestione dell’accesso a crediti di finanziamento delle iniziative con meccanismi di *project finance*, della manutenzione, della sicurezza. La stessa logistica dei trasporti ne risulta favorita basti pensare alla possibilità di utilizzare la vicina metropolitana di superficie per il trasporto di persone e merci.

4) La gestione delle reti (energia, acqua) interne e la loro connessione con quelle esterne possono essere ottimizzate se le stesse sono coordinate da un unico soggetto.

Lo svantaggio principale connesso alle AEA è sicuramente connesso con gli extracosti legati alla infrastrutturazione di qualità prevista per le Aree Ecologicamente Attrezzate.

Questa minore competitività economica può essere bilanciata attraverso meccanismi compensatori analoghi a quelli individuati dal nuovo Regolamento Edilizio Urbano per l’edilizia ad alta efficienza energetica del settore civile, ma saranno soprattutto i vantaggi economici connessi alla gestione energetica delle AEA che consentiranno di contrastare efficacemente i maggiori costi iniziali.

E’ opportuno infine riflettere sul fatto che, stante la attuale situazione energetica Italiana, nel futuro si prevedano misure sempre più aspre per contenere le emissioni di gas serra in vista, nell’ottica di riuscire a rispettare gli accordi internazionali siglati dal nostro Paese. Così, se oggi, nel settore industriale, l’adozione di questi strumenti può ancora essere impostata su base volontaria, è estremamente probabile che molto presto vengano emanate norme sempre più cogenti in merito di risparmio energetico e che gli extracosti sostenuti oggi divengano, anziché una scelta adeguatamente pianificata, una necessità a cui ottemperare nell’ambito di uno scenario di emergenza.

## 4.6 LINEE GUIDA PER LO SVILUPPO INDUSTRIALE

Alla luce di tutte le considerazioni precedenti, sono di seguito proposte alcune linee guida che possono essere utili non solo come indirizzo per possibili interventi nelle aree produttive, ma anche come riferimento nella stesura di norme di pianificazione energetica per le stesse aree. Le stesse linee guida sono già state proposte, in sede di Conferenza di Pianificazione PSC per l’Area di Mancasale

1) Valutare lo strumento delle AEA per creare un distretto industriale ad alta efficienza;

2) Valutare la creazione di una Agenzia per l’Energia o un Ente ad essa equivalente (*e.g.* Ecoabita), legata al mondo delle Pubbliche Amministrazioni capace di agire da garante per gli interventi di efficienza energetica promossi da soggetti terzi a fronte di istituti di credito finanziario (attivazione di meccanismi di *project finance*) e di compagnie di assicurazione (polizze calibrate sui “derivati”); l’attività di garante dovrà essere limitata alla verifica della validità tecnica dell’iniziativa proposta e della solidità finanziaria del soggetto proponente. Lo stesso Ente potrà inoltre agire da link tra soggetti interessati a realizzare interventi per l’efficienza energetica e una costellazione di Società tipo ESCO che possano poi attuare questi interventi.

3) Realizzazione di aree verdi e di elementi a *green roof* sulle coperture dei capannoni industriali. L’intervento avrà ricadute ottimali per quanto concerne la permeabilità dei suoli dell’area, l’effetto isola, il sequestro dell’anidride carbonica attuato con la fotosintesi clorofilliana dalla essenza arboree e vegetali.

- 4) Sfruttamento della energia solare mediante la realizzazione di impianti fotovoltaici, da realizzarsi nell'ambito dei programmi di finanziamento governativo secondo il meccanismo del così detto "conto energia". Dovranno essere privilegiati impianti di medie dimensioni (maggiori di 6 kW) ad alta efficienza, realizzati sulle coperture delle strutture industriali. La realizzazione di impianti fotovoltaici di piccole dimensioni (sotto i 2 kW) appare poco auspicabile: sebbene il bilancio energetico calcolato sulla vita utile di impianto (analisi LCA) sia in ogni caso positivo, soprattutto a causa del costo energetico connesso alle dotazioni dei così detti *balance of system* (BOS) *devices* (i.e. *inverter*, strutture di sostegno) la realizzazione di questi microimpianti fotovoltaici finirebbe per distrarre risorse finanziarie che potrebbero essere altrimenti investite in interventi a più alta resa energetica. Analogamente, l'installazione di sistemi fotovoltaici integrati nell'involucro può non essere un intervento efficace qualora le caratteristiche di installazione finiscano per penalizzare i rendimenti del sistema. Gli impianti dovranno essere sempre realizzati in modalità "*grid connected*" mantenendo cioè la connessione con la rete elettrica esterna in un regime di libero scambio bidirezionale.
- 5) Sfruttamento dell'energia solare con pannelli per la produzione di acqua sanitaria, ed eventualmente il riscaldamento, nelle sole strutture ad alta efficienza energetica dotate di sistemi di riscaldamento a pannelli radianti. Gli impianti dovranno essere di ausilio ai tradizionali impianti termici.
- 6) Sfruttamento dell'energia termica del terreno per pre-riscaldare (inverno) e pre-raffrescare (estate) i fluidi termovettori dei tradizionali impianti termici e delle pompe di calore. Questi impianti geotermici superficiali potranno essere realizzati a serpentina o a sonde. In quest'ultimo caso si dovrà evitare ogni interferenza con la acqua di falda (scambiatori che garantiscano la immiscibilità dei fluidi).
- 7) Qualora si ricorra ad una tradizionale centrale termica si dovrà privilegiare l'installazione di pompe di calore e di caldaie ad alta efficienza (a condensazione). Dovranno essere privilegiati i terminali, come i pannelli radianti, alimentati, nella stagione invernale, da fluidi a temperatura più bassa.
- 8) Si ritiene desiderabile l'installazione di sistemi a sensori per la termoregolazione degli ambienti. L'attenuazione notturna e durante i periodi di inutilizzo degli impianti termici è del tutto necessaria.
- 9) Si ritiene non solo auspicabile, ma del tutto prioritaria, la realizzazione di impianti di cogenerazione a servizio di un numero possibilmente elevato di utenze (meccanismo di aggregazione delle AEA). Gli stessi impianti potranno essere anche alimentati a biomasse di origine vegetale (appaiono estremamente interessanti le potenzialità energetiche recentemente mostrate da alcune essenze arboree aventi caratteristiche compatibili con il nostro clima continentale). Qualora questo non sarà possibile, occorrerà valutare la dotazione di sistemi impiantistici alimentati da gas naturale studiati per recuperare l'energia termica dei cascami entalpici concorrendo a raggiungere elevate efficienze complessive di impianto.
- 10) Per le grandi taglie, gli stessi impianti a cogenerazione potranno essere abbinati a gruppi frigoriferi ad assorbimento al fine di poter soddisfare la domanda di energia frigorifera delle utenze durante la stagione estiva con i cascami entalpici (trigenerazione).
- 11) Si dovrà valutare l'allacciamento alla rete di teleriscaldamento già esistente ed, eventualmente, un suo potenziamento.
- 12) La linea ferroviaria metropolitana potrà essere sfruttata per la movimentazione delle merci, comprese eventualmente le biomasse necessarie all'approvvigionamento delle stazioni di potenza, e per il trasporto dei lavoratori dell'area.
- 13) All'interno delle strutture industriali potranno essere previsti dispositivi particolari come grandi ventilatori a soffitto, a bassa velocità, capaci di fornire una prevalenza contraria al flusso dell'aria calda

per galleggiamento, dal basso verso l'alto del capannone. Tali dispositivi potranno consentire di limitare la domanda di energia termica per il riscaldamento delle strutture, riducendo i fenomeni di stratificazione dell'aria negli ambienti indoor ad elevata altezza. Potranno essere considerate anche installazioni a lama d'aria con getto verticale dal basso verso l'alto per limitare le dispersioni che hanno luogo, in occasione del passaggi dei "muletti", nelle strutture soggette a frequenti movimentazioni di merci attraverso i portali.

## 4.7 GLI INTERVENTI PREVISTI NEL SETTORE

Tra le diverse possibili azioni per il settore, quelle di cui il Piano ha sviluppato una analisi dettagliata sono state selezionate tenendo in considerazione precise direttrici di intervento:

- promuovere all'utilizzo di sistemi impiantistici a cogenerazione di taglia adeguata alla domanda della utenza industriale;
- promuovere l'utilizzo di sistemi impiantistici caratterizzati da elevate efficienze;
- promuovere l'adozione di sistemi impiantistici alimentati da fonti rinnovabili, fotovoltaico in particolare, in virtù dei particolari incentivi che interessano il settore, utilizzando le estese coperture degli stabili sede delle attività produttive (*e.g.* capannoni, *etc*);
- promuovere l'acquisto di energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili (*e.g.* parchi eolici, impianti idroelettrici) in luoghi diversi dal Comune di Reggio Emilia

Per ciascuna di queste direttrici di intervento sono stati sviluppate accurate analisi energetiche, determinando al contempo i benefici energetici (riduzione dei consumi da fonte fossile) ed ambientali (diminuzione delle emissioni di gas climalteranti in atmosfera). I risultati delle analisi sono sintetizzati nelle seguenti tabelle (Tab. 4.1 e 4.2), dove sono stimati i benefici che potrebbero essere ottenuti con l'attuazione delle linee di intervento, calcolati con riferimento ai diversi *steps* temporali (*e.g.* 2010, 2012, 2015, 2020). Sono inoltre fornite indicazioni sulle risorse che sarebbe necessario investire per l'attuazione di questi interventi dando così una prima indicazione sui costi degli stessi.

<b>Energia Primaria Fossile</b>	<b>2008</b>		<b>2010</b>		<b>2011</b>		<b>2012</b>		<b>2015</b>		<b>2020</b>	
<b>Interventi</b>	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)
Fotovoltaico	-1	3	-3	8	-5	10	-6	13	-9	20	-15	33
Cogenerazione	-14	4	-43	13	-58	17	-72	21	-116	33	-188	54
	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)
<b>Totale</b>	-16		-47		-62		-78		-125		-203	

Tab. 4.1. Benefici in termini di un minor utilizzo di energia primaria raggiungibili mediante la applicazione delle principali linee di intervento con indicazione dei costi associati alle stesse.

<b>Emissioni Climalteranti [CO<sub>2</sub>]</b>	<b>2008</b>		<b>2010</b>		<b>2011</b>		<b>2012</b>		<b>2015</b>		<b>2020</b>	
<b>Interventi</b>	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)
Fotovoltaico	-0.4	3	-1.4	8	-2.1	10	-2.8	13	-4.9	20	-8.5	33
Cogenerazione	-5.4	4	-16.3	13	-21.8	17	-27.2	21	-43.6	33	-70.8	54
	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)
<b>Totale</b>	-6		-18		-24		-30		-49		-79	

Tab. 4.2. Benefici in termini delle emissioni evitate di anidride carbonica raggiungibili mediante la applicazione delle principali linee di intervento con indicazione dei costi associati alle stesse.

In accordo con le ipotesi precedentemente enunciate, se fossero rispettate le previsioni avanzate in sede di Piano Energetico, nel 2020 si otterrebbero i seguenti risultati:

\_ minor utilizzo di energia primaria fossile, rispetto alla evoluzione naturale del *trend* della domanda:

- - 203 GWh/anno pari a circa 17500 tonnellate equivalenti di petrolio/anno al 2020
- + 21 % rispetto ai consumi del 1990
- + 19 % rispetto ai consumi del 2006

\_ emissioni di anidride carbonica evitate, rispetto alla evoluzione naturale del *trend* delle emissioni:

- - 79000 tonnellate/anno al 2020
- + 13 % rispetto alle emissioni del 1990
- + 10 % rispetto alle emissioni del 2006

Anche in questo caso, se si considera che la situazione attuale, al 2007, mostra, rispetto allo scenario di riferimento del 1990, incrementi del 14% per quanto concerne la domanda di energia primaria fossile e del 15 % per quanto riguarda le emissioni climalteranti, il risultato che sarebbe raggiungibile al 2020 appare del tutto ragguardevole.

Alla luce del considerevole incremento demografico che ha interessato il territorio comunale dal 1990 ad oggi, l'inversione del *trend* dei consumi e delle emissioni in direzione di una loro stabilizzazione appare così ancora più apprezzabile.

La valutazione del rapporto benefici/costi delle diverse azioni, evidenzia infine maggiori potenzialità per gli impianti di cogenerazione rispetto a quelli fotovoltaici (istogramma di Fig. 4.4).

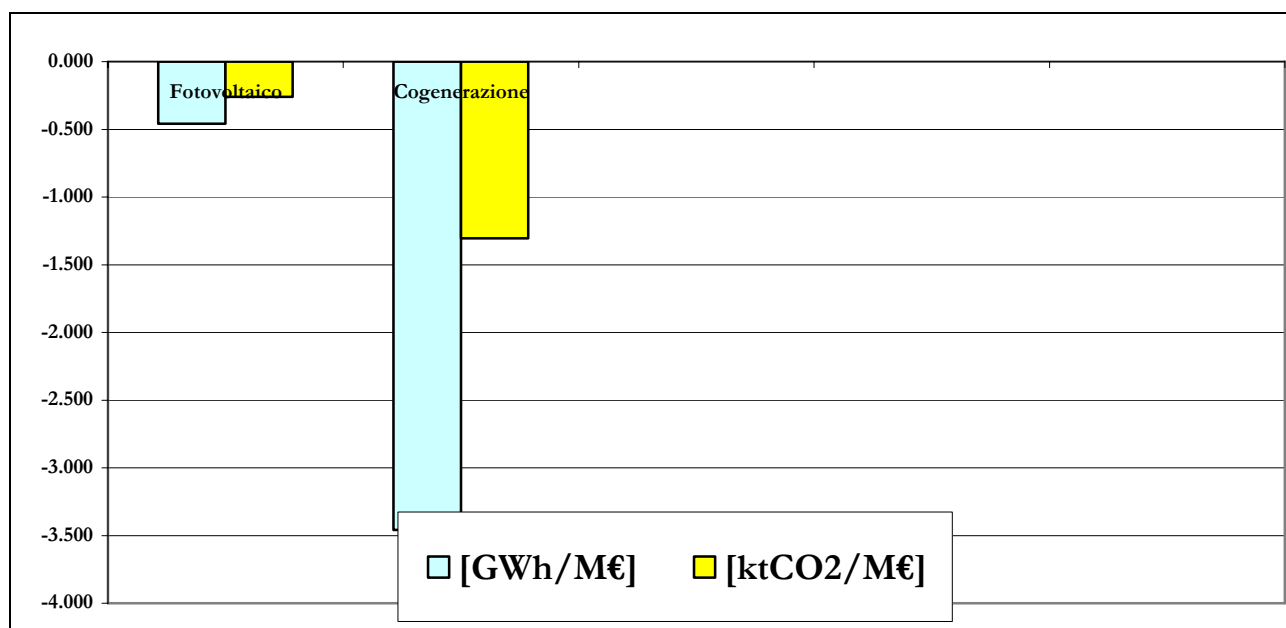


Fig. 4.4. rapporto benefici/costi delle azioni previste dal Piano Energetico per il settore industriale.

## 4.8 LA COGENERAZIONE

La generazione contestuale di energia elettrica e termica attraverso sistemi a cogenerazione trova nel settore industriale in suo migliore campo di applicazione. L'elevata domanda energetica che caratterizza le utenze di questo settore consente infatti di massimizzare i benefici energetici e ambientali ottenibili con la adozione di queste tecnologie.

La domanda di energia elettrica costituisce il primo dei requisiti da ottimizzare con i sistemi a cogenerazione. Si è così proceduto a vagliare quali potessero essere i sistemi meglio vocati a soddisfare la precedente necessità. Nel paniere delle diverse tecnologie potenzialmente adeguate, sono stati selezionati i sistemi a microturbina per la loro taglia, per la tipologia di combustibile di approvvigionamento, per il loro rendimento, per l'interessante rapporto costi-benefici.

I sistemi di cogenerazione (o trigenerazione) di potenza inferiore a 1 MWe, sono solitamente indicati con il nome di microturbine.

I principali pregi di queste tecnologie possono essere individuati nei:

- \_ rendimenti elettrici quasi costanti al variare del carico (grazie funzionamento a giri variabili);
- \_ possibilità di recuperare calore ad alta temperatura dai gas di scarico (anche 450°C) opzione molto desiderabile per processi industriali che richiedono vapore o energia termica a media temperatura;
- \_ combustibile di approvvigionamento gas: i sistemi non introducono particolari squilibri nelle reti energetiche esistenti;
- \_ dimensioni contenute dei sistemi impiantistici;
- \_ produzione localizzata dell'energia elettrica e termica limita le perdite legate alla distribuzione e consente quasi sempre di adottare tecnologie adeguate (*Best Available Technology* B.A.T.(per il controllo dei fumi al camino));
- \_ possibilità di accedere ad agevolazioni fiscali nell'acquisto del gas naturale per usi cogenerativi.

Le problematiche di queste installazioni possono essere invece individuate in:

- \_ rendimenti elettrici non molto elevati, anche inferiori al 30% (che rendono l'opzione meno premiante soprattutto nel momento in cui la tecnologia di *benchmark* per l'elettrico dovesse essere rappresentata da centrali a ciclo combinato e teleriscaldamento);
- \_ effettiva opportunità di realizzare questi sistemi laddove esistano già reti di teleriscaldamento efficienti;
- \_ costi ancora abbastanza elevati;
- \_ l'affidabilità ancora non verificata per tutti i modelli disponibili sul mercato;
- \_ criticità riscontrata nel caso in cui i sistemi debbano operare con un funzionamento caratterizzato da elevata intermittenza (causa alte temperature primi stadi palettature).

Con procedura analoga a quella adottata nella valutazione dei sistemi di microcogenerazione del settore civile, si è previsto di considerare i sistemi a cogenerazione che entreranno in esercizio come

sostitutivi di quote di una centrale termoelettrica “ideale”, centrale caratterizzata da rendimento elettrico pari al rendimento elettrico medio del parco termoelettrico italiano e da emissioni specifiche uguali alle emissioni specifiche medie dello stesso parco. Tale criterio dovrà peraltro essere rivisto nel momento in cui nel nostro paese si dovessero iniziare a diffondere centrali a cicli combinati, caratterizzate da bassissime emissioni specifiche.

L'utilizzo dei cascami entalpici, resi disponibili dalle microturbine, sono stati invece considerati come sostitutivi dell'energia primaria necessaria per la fornitura rispettivamente di equivalenti quantità di energia termica da tradizionali caldaie, nella stagione fredda, e di equivalenti quantità di energia frigorifera da gruppi frigoriferi a compressione (e quindi dell'energia elettrica necessaria all'azionamento dei loro compressori) nella stagione calda.

Ipotesi analoghe sono state adottate nella stima dei benefici ambientali (minori emissioni climalteranti e inquinanti) da *energy retrofit* con microturbine.

#### 4.8.1 COGENERAZIONE: GLI SCENARI PREVISTI

Tra le diverse tecnologie disponibili, è stata selezionata una microturbina di piccole dimensioni, caratterizzata da una potenza elettrica di targa di 100 kW<sub>e</sub>.

Ipotizzando un funzionamento annuo di 8500 ore, si determina che la produzione di energia elettrica, al netto delle perdite, risulta leggermente superiore agli 800 MWh<sub>e</sub>, quantità congruente con la domanda annua media di una industria di medie dimensioni, identificabile con una delle sessantacinque utenze oggi costituenti il gruppo di acquisto coordinato da Assindustria Reggio Emilia [4.4].

Lo stesso calcolo sull'energia termica, sempre al netto delle perdite, porge 1185 MWh<sub>t</sub>, quantitativo invece di ben quattro volte superiore alla domanda media dell'utenza industriale. Quest'ultimo dato è tuttavia determinato facendo riferimento a un paniere più numeroso (dati AGAC 2000, su 725 utenze industriali [4.3]), ove le piccole utenze industriali influenzano certamente al ribasso la stima della domanda. Risulta altrettanto evidente che, essendo la potenza termica resa disponibile come cascame, costante nel corso dell'anno (anche per l'opportunità di mantenere la microturbina in un esercizio il più possibile regolare nel tempo), ed essendo la domanda di potenza per usi termici concentrata prevalentemente nella stagione fredda (sei mesi all'anno), lo sbilanciamento esistente tra la disponibilità e la richiesta di potenza termica si attenua sensibilmente.

Il sistema considerato nelle analisi energetiche, una microturbina alimentata a gas naturale, è caratterizzato dalle seguenti specifiche tecniche [4.7].

##### Dati Energetici:

_ potenza al focolare:	333,0 kW		
_ potenza elettrica nominale:	100,0 kW	_ rendimento elettrico:	$\eta_E = 0,300$
_ potenza termica nominale:	155 kW	_ rendimento termico:	$\eta_T = 0,465$
_ ore di funzionamento annue previste:	8500 ore/anno		
_ dissipazioni distribuzione energia elettrica:	5,5 %		
_ dissipazioni distribuzione energia termica:	10,0 %		
_ energia elettrica annualmente prodotta:	802 MWh <sub>e</sub>		
_ energia termica annualmente prodotta:	1185 MWh <sub>t</sub>		
_ energia primaria annualmente portata al focolare:	2831 MWh <sub>p</sub>		
_ gas naturale annualmente consumato:	288 500 Smc		

#### Dati Ambientali:

_ emissioni specifiche CO <sub>2</sub> :	0,199 kg <sub>CO2</sub> /kWh <sub>p</sub>
_ emissioni specifiche NO <sub>x</sub> :	n.d. kg <sub>NOx</sub> /kWh <sub>p</sub>

#### Dati Finanziari:

_ costo dell'impianto:	190 k€ (stima).
------------------------	-----------------

L'investimento per queste azioni, nelle quantità previste nel Piano Energetico, sarebbe oggi quantificabile in circa 4.176.000 euro ogni anno, lo 0,09% del P.I.L. generato dalle attività riferibili alla popolazione del Comune di Reggio Emilia, e determinato in base al fattore di correzione anagrafica a partire dal dato regionale [4.8].

Gli indici economico/energetici ed economico/ambientali caratterizzanti gli interventi di energy retrofit mediante l'installazione di microturbine nel settore industriale:

costo della tecnologia : 1.9 k€/kW<sub>e</sub>

_ I <sub>ee</sub> (economico-energetico <sup>1</sup> ):	345 kWh <sub>p</sub> / anno*k€
_ I <sub>ea<sub>CO2</sub></sub> (economico-ambientale CO <sub>2</sub> <sup>2</sup> )	1305 kg CO2 / anno*k€
_ I <sub>ea<sub>NOX</sub></sub> (economico-ambientale NO <sub>x</sub> <sup>5</sup> )	5750 g NOX/ anno*k€
_ I <sub>ea<sub>polveri</sub></sub> (economico-ambientale polveri <sup>5</sup> )	n.d.

#### 4.8.2 COGENERAZIONE: I RISULTATI

#### 4.8.3 I BENEFICI ENERGETICI

La attuazione di questa azione implicherebbe, a parità di fornitura energetica, la sostituzione di impianti meno efficienti, oggi a servizio delle utenze industriali. Nelle analisi energetiche si è infatti ipotizzata l'entrata in esercizio ogni anno di ventidue sistemi di questo tipo ogni anno, a partire dal 2008. Secondo questa ipotesi di lavoro, entro il 2010 un numero pari alle industrie oggi afferenti al gruppo di acquisto Assoindustria potrebbero scegliere questo sistema impiantistico (ovviamente nel momento in cui si fosse anche verificata la fattibilità finanziaria dell'intervento). A questo proposito la stessa Enìa ha fatto pervenire una osservazione alla bozza di piano [4.11], in cui è manifestata la disponibilità a "valutare la praticabilità di iniziative" di questo tipo se "dimensionalmente congrue"

Per la valutazione dei benefici energetici e ambientali si è fatto riferimento al macroscenario energetico di riferimento caratterizzante il settore industriale del Comune di Reggio Emilia, per come esso è stato descritto al Capitolo 2.

---

<sup>1</sup> definito come il rapporto tra il decremento annuo in termini di fabbisogno di energia primaria fossile ottenuto con l'adozione di una certa tecnologia/politica di intervento, e il costo di investimento (in k€)

<sup>2</sup> definito come il rapporto tra la riduzione annua delle emissioni rispettivamente di anidride carbonica, ossidi di azoto e polveri sottili, ottenibile con l'attuazione di un certo intervento e il costo del relativo investimento (sempre in k€)

La produzione energetica annua attesa dalle ventidue microturbine è stata così stimata:

_ energia elettrica annualmente prodotta:	17 654 MWh <sub>e</sub>
_ energia termica annualmente prodotta:	26 060 MWh <sub>t</sub>
_ energia primaria annualmente portata al focolare:	62 271 MWh <sub>p</sub>
_ gas naturale annualmente consumato:	6 346 995 Smc .

Per lo scenario di *benchmark*, costruito considerando i sistemi che avrebbero altrimenti operato per fornire equivalenti quantità di energia elettrica e termica con generazioni separate, si è fatto riferimento ai seguenti valori:

_ rendimento elettrico benchmark:	$\eta_E = 0,40$
_ rendimento termico benchmark:	$\eta_T = 0,80$

Il beneficio ottenuto è stato ancora una volta determinato calcolando la differenza tra la domanda di l'energia primaria, utilizzata per l'alimentazione dei sistemi di *benchmark* , e di quella necessaria per l'alimentazione dei gruppi di cogenerazione a microturbina.

Tale beneficio è quantificabile in circa 14,5 GWh<sub>p</sub> annui.

<b>Intervento</b>	<b>2008</b> (GWh)	<b>2009</b> (GWh)	<b>2010</b> (GWh)	<b>2011</b> (GWh)	<b>2012</b> (GWh)	<b>2015</b> (GWh)	<b>2020</b> (GWh)
Benefici da Cogenerazione	-14.44	-28.88	-43.32	-57.76	-72.20	-115.51	-187.71

Tab. 4.3 benefici in termini di diminuzione della domanda di energia primaria fossile da interventi di cogenerazione (microturbine) nel settore industriale

#### 4.8.4 I BENEFICI AMBIENTALI

Dal bilancio energetico, sviluppato nel secondo capitolo è emerso che per le utenze industriali del Comune di Reggio Emilia possono essere considerati, allo stato di fatto, i seguenti fattori di emissioni climalteranti medie:

_ fattore di emissione specifiche CO <sub>2</sub> energia elettrica <i>benchmark</i> :	0,680 kg <sub>CO2</sub> /kWh <sub>p</sub>
_ fattore di emissione specifiche CO <sub>2</sub> energia termica <i>benchmark</i> :	0,224 kg <sub>CO2</sub> /kWh <sub>p</sub>

Anche in questo caso, il beneficio ambientale può essere misurato, a parità di fornitura energetica, calcolando la differenza tra le emissioni climalteranti delle tecnologie di *benchmark* e quelle ipotetiche delle ventidue microturbine. Per il gas naturale sono stati considerati gli stessi fattori di emissione e coefficienti di ossidazione adottati nel Capitolo 2.

Dal confronto emerge che il potenziale beneficio potrebbe attestarsi attorno alle 5500 tonnellate di emissioni di anidride carbonica evitate ogni anno.

<b>Intervento</b>	<b>2008</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2009</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2010</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2011</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2012</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2015</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2020</b> [ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Cogenerazione	-5.448	-10.896	-16.344	-21.792	-27.240	-43.584	-70.825

Tab. 4.4. benefici in termini di diminuzione delle emissioni climalteranti da interventi di cogenerazione (microturbine) nel settore industriale



L'incertezza dei dati disponibili non ha consentito una stima accurata dei benefici con riferimento al quadro delle emissioni inquinanti.

## 4.9 IL FOTOVOLTAICO

### 4.9.1 FOTOVOLTAICO: GLI SCENARI PREVISTI

Anche in questo caso è opportuno ribadire che in Emilia le potenzialità delle tecnologie fotovoltaiche non sono straordinarie: gli impianti fotovoltaici mostrano infatti producibilità attese (nel caso di impianti in silicio cristallino) stimabili intorno ai 1.100 kW<sub>e</sub> per ogni kW di picco installato, molto inferiori rispetto ai valori conseguibili nel sud Italia.

Gli indici economico/energetici ed economico/ambientali caratterizzanti gli interventi nel settore industriale sono gli stessi già determinati nel settore civile, e precisamente:

costo della tecnologia : 6 k€/kW<sub>e</sub>

_ I <sub>ee</sub> (economico-energetico <sup>3</sup> ):	457 kWhp / anno*k€
_ I <sub>ea<sub>CO2</sub></sub> (economico-ambientale CO <sub>2</sub> <sup>4</sup> )	141 kg CO2 / anno*k€
_ I <sub>ea<sub>NOX</sub></sub> (economico-ambientale NO <sub>x</sub> <sup>5</sup> )	311 g NOX/ anno*k€
_ I <sub>ea<sub>polveri</sub></sub> (economico-ambientale polveri <sup>5</sup> )	n.d.

Nell'analisi degli scenari previsti si è ipotizzato che, dal 2008 in poi, spinti dalla tariffa incentivante prevista dal conto energia, una media di ventidue aziende l'anno, decidano di realizzare impianti fotovoltaici di taglia pari a 19 kW sulla copertura delle proprie strutture.

Il numero di aziende che si attiverrebbero in questo senso è stato individuato nell'ipotesi che nel triennio 2008 – 2010, esso coincida con il numero di “Soggetti Responsabili” Industriali equivalente a quello degli attuali aderenti al Consorzio di Acquisto dell'energia elettrica, promosso dalla Associazione degli Industriali. Secondo questo scenario, i Soggetti Industriali sceglierebbero di realizzare mediante impianti fotovoltaici semi-integrati sulle coperture piane delle proprie strutture, caratterizzati da una potenza di picco di 19 kW, in modo tale da poter facilmente accedere alla modalità di connessione alla rete in “scambio su posto”, e da non dover così attivarsi presso l'Ufficio Tecnico di finanza per la apertura della Officina Elettrica (prevista per gli impianti sopra i 20 kW). Le coperture piane consentirebbero inoltre la disposizione delle stringhe secondo la configurazione ideale (angolo di azimut 0°, angolo di tilt 32°) consentendo la massima captazione dell'energia solare: 1595 kWh<sub>s</sub>/m<sup>2</sup> anno.

Le simulazioni, condotte con riferimento all'ipotesi prima definita, hanno restituito i seguenti risultati.

\_ 1 CONTO ENERGIA 2007 per ciascun anno 2008-2020 (STIME)

ADESIONE: SU BASE VOLONTARIA

POTENZA INSTALLATA: ≈ 418 kW (i)

RISORSE INVESTITE: 2 508,000 k€ (PRIVATI) (i)

---

<sup>3</sup> definito come il rapporto tra il decremento annuo in termini di fabbisogno di energia primaria fossile ottenuto con l'adozione di una certa tecnologia/politica di intervento, e il costo di investimento (in k€)

<sup>4</sup> definito come il rapporto tra la riduzione annua delle emissioni rispettivamente di anidride carbonica, ossidi di azoto e polveri sottili, ottenibile con l'attuazione di un certo intervento e il costo del relativo investimento (sempre in k€)

(i) stima nell'ipotesi di entrata in funzione, per ciascuno degli anni dal 2008 in poi, di una potenza annua pari a quella caratterizzante 22 impianti da 18,9 kWp sulle coperture di utenze industriali, in virtù dell'innalzamento del tetto di potenza incentivata e dell'accesso sostanzialmente garantito alle tariffe incentivanti.

Se si procede alla stima al 2020 delle azioni prima descritte, si può valutare una spesa cumulata per gli interventi pari a circa 32 604 k€, con un esborso medio annuo di circa 2 508 k€, pari allo 0,05 % del P.I.L. riferito alle attività comunali.

#### 4.9.2 FOTOVOLTAICO: I RISULTATI

#### 4.9.3 FOTOVOLTAICO: I BENEFICI ENERGETICI

I benefici energetici sono stimati facendo riferimento ad uno scenario di confronto nel quale l'energia elettrica da fotovoltaico è diversamente prodotta con le altre tecnologie disponibili allo stato di fatto, in relazione al macroscenario energetico.

Il bilancio energetico, da utilizzarsi per calcolare l'energia primaria fossile risparmiata grazie all'esercizio di un impianto fotovoltaico, porge:

$$E_{Pi} = \frac{E_{PV} \eta_{AUTO}}{\eta_{ES}}$$

dove:

–  $E_{Pi}$  è l'energia primaria fossile risparmiata grazie alla realizzazione di impianti fotovoltaici nel settore dell'industria

–  $E_{PV}$  è l'energia elettrica prodotta con l'impianto fotovoltaico

–  $\eta_{AUTO} = 0,997$  è il rendimento al netto delle dissipazioni nel caso che l'energia sia "autoconsumata", cioè utilizzata direttamente dal produttore o da altre utenze a lui vicine. Tale rendimento è stato stimato con riferimento a quanto indicato nel Piano Energetico 2007 della Regione Emilia Romagna, per gli autoproduttori ai sensi del D. Lgs. n. 79/99, art. 2, comma 2.

–  $\eta_{ES} = 0,400$  è il rendimento elettrico medio della tecnologia di *benchmark*, normalmente coincidente con il rendimento medio caratterizzante il parco termoelettrico nazionale in cui, in questo caso, sono stati detratte, in via cautelativa, le dissipazioni per trasmissione e trasformazione, giungendo a un valore del 40 % anche in linea con quanto previsto dalla Delibera della Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG) n. 296/05.

Se si fa così riferimento ad una produzione di energia elettrica valutata in prima approssimazione in circa 1100 kWh<sub>e</sub>/kW<sub>p</sub> caratterizzante mediamente gli impianti fotovoltaici in silicio cristallino, può essere stimato un beneficio in termini di un minor consumo di energia primaria pari a circa 2742 kWh per ogni kW di picco in esercizio.

Dall'equazione di bilancio, possono essere così calcolati i seguenti benefici energetici:

– CONTO ENERGIA dall'annata 2008 in poi - 0,146 GWh<sub>p</sub> annui.

che, aggregati nel corso delle annate, porgono la seguente tabella:

<b>Intervento</b>	<b>2008</b> (GWh)	<b>2009</b> (GWh)	<b>2010</b> (GWh)	<b>2011</b> (GWh)	<b>2012</b> (GWh)	<b>2015</b> (GWh)	<b>2020</b> (GWh)
Benefici da Fotovoltaico	-1.15	-2.29	-3.44	-4.58	-5.73	-9.17	-14.90

Tab. 4.5. benefici in termini di diminuzione della domanda di energia primaria fossile da realizzazione di impianti fotovoltaici nel settore industriale

#### 4.9.4 FOTOVOLTAICO: I BENEFICI AMBIENTALI

Anche in questo caso, per la stima delle emissioni evitate, si è fatto riferimento ai fattori di emissione specifica forniti dall'istituto ETH Zurich, Institut für Verfahrens und Kältetechnik (IVUK). Nel caso di impianti fotovoltaici a servizio di utenze civili si può ragionevolmente assumere che l'elettricità prodotta dagli impianti sia consegnata in bassa tensione e verosimilmente consumata, se non dalla stessa struttura industriale che ospita l'impianto fotovoltaico, da utenze finali comunque prossime al sito di produzione.

In questo caso i valori da considerare per la valutazione delle emissioni specifiche evitate risultano essere:

766,8 gCO<sub>2</sub>/kWh<sub>e</sub>

1,699 gNO<sub>x</sub>/kWh<sub>e</sub>

e i benefici ambientali sono così quantificati:

#### EMISSIONI CLIMALTERANTI

— CONTO ENERGIA dall'annata 2008 in poi - 353 t<sub>CO2</sub> annui.

che, aggregate, porgono, negli anni, la seguente tabella:

<b>Intervento</b>	<b>2008</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2009</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2010</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2011</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2012</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2015</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2020</b> [ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Fotovoltaico	-0.353	-0.705	-1.410	-2.115	-2.821	-4.936	-8.462

Tab. 4.6. benefici in termini di diminuzione delle emissioni climalteranti da realizzazione di impianti fotovoltaici nel settore industriale

#### EMISSIONI INQUINANTI

Con analogo procedimento sono state valutate le mancate emissioni inquinanti.

— CONTO ENERGIA dall'annata 2008 in poi - 130 kg<sub>NOx</sub> annui.

## 4.10 ENERGIA ELETTRICA RINNOVABILE PER L'INDUSTRIA REGGIANA: UNA OPPORTUNITÀ PER RAGGIUNGERE KYOTO

Nei precedenti paragrafi sono state presentate alcune delle azioni chiave che potrebbero essere immediatamente poste in essere nell'ambito degli interventi previsti dal Piano Energetico Comunale.

Le analisi hanno tuttavia dimostrato che, nonostante il consistente impegno profuso, se si facesse riferimento alla evoluzione spontanea della domanda energetica, esse non consentirebbero che una stabilizzazione del quadro emissivo sui valori fatti registrare nel 2006. E' necessario quindi che siano individuati ulteriori strumenti che, affiancando le azioni proposte, ne amplifichino l'efficacia.

Uno di questi strumenti potrebbe coincidere con la promozione di gruppi di acquisto che scelgano di acquistare energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili.

Un simile meccanismo, già previsto dalla certificazione volontaria di tipo RECS (Renewable Energy Certificate System) [4.9], potrebbe infatti essere foriero di grandi benefici e, in seconda istanza, incentiverebbe i diversi Soggetti Industriali aderenti al progetto ad investire essi stessi nella realizzazione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

Escludendo il fotovoltaico, già considerato nel precedente paragrafo 4.9, e le stazioni di cogenerazione a biomasse, che verranno trattate successivamente nel capitolo 9, seguendo questa ipotesi di lavoro, non resterebbe che indirizzarsi sullo sviluppo di iniziative nel settore idroelettrico e in quello eolico, per i quali il territorio reggiano si dimostra però poco vocato.

Poiché le reti energetiche travalicano per definizione i confini comunali, interessando macroaree molto più estese, nulla teoricamente vieterebbe di considerare nel bilancio energetico anche gli interventi posti in essere *extra moenia*, in altre Regioni italiane o all'estero.

In questi casi, la questione diviene di natura "contabile" nel senso che nella redazione dei bilanci energetici occorre in ogni modo evitare i così detti "doppi conteggi": nel momento in cui un impianto viene realizzato occorre infatti stabilire se i benefici energetici e ambientali (ad esempio, le emissioni climalteranti evitate) siano da contabilizzarsi a livello locale o nel luogo dove poi effettivamente l'energia elettrica sia successivamente utilizzata<sup>5</sup>.

Tuttavia, poiché il fenomeno del *global warming* è un fenomeno globale e deve essere affrontato a livello di macroaree, nulla vieta di considerare che, l'ulteriore incentivo a produrre energia elettrica da fonte rinnovabile, indotto a fronte di una crescente richiesta di questa particolare elettricità, veicolato con strumenti volontari analoghi ai RECS, possa giustificare una attribuzione dei benefici ottenuti al territorio in cui risiedono gli utilizzatori finali, piuttosto che a quello in cui sorgono gli impianti di produzione.

Lo stesso ragionamento non può invece essere condotto nell'analisi dei benefici in termini di emissioni inquinanti (*e.g.* NOx e polveri) per i quali la scala di riferimento per le valutazioni è necessariamente quella locale.

Sarebbe quindi forse auspicabile valutare l'opportunità di elaborare un regolamento, analogo a quello già previsto per gli edifici del settore civile, che sappia premiare questo *shift* dalla energia elettrica da fonte fossile alla energia elettrica rinnovabile.

---

<sup>5</sup> Ovviamente, è del tutto evidente che non sarebbe la stessa energia elettrica che viene prodotta da un parco eolico nel Sud Italia o da un impianto idroelettrico alpino, ad essere poi direttamente utilizzata dall'industria reggiana

Teoricamente lo strumento già esiste: le Aree Ecologicamente Attrezzate; si tratterebbe soltanto di individuare i meccanismi più opportuni per spingere gli utilizzatori finali industriali all'acquisto, volontario, di energia elettrica prodotta da impianti qualificati IAFR (Impianti Alimentati da Fonti Rinnovabili) [4.10].

In virtù di questo meccanismo virtuoso, se, per ipotesi, anche soltanto il 10 % dell'energia elettrica complessivamente utilizzata nel 2007 nel settore industriale fosse stata prodotta, ad esempio, da parchi eolici operanti sull'Appennino o nel sud Italia, o da impianti idroelettrici nell'arco alpino, sarebbero state potenzialmente contabilizzabili ben 20000 tonnellate di minori emissioni di anidride carbonica. A titolo di esempio è significativo considerare che la produzione di un tale quantitativo di energia elettrica potrebbe essere garantita con un parco eolico di soli otto aerogeneratori, da 2 MW ciascuno, realizzato in un sito moderatamente vocato (1900 ore equivalenti/anno).

Ovviamente, i benefici precedentemente calcolati, discendendo da un ragionamento del tutto ipotetico, non sono stati considerati nel bilancio energetico presentato in questa sede.

A conforto di questa impostazione e coerentemente con l'impegno che dovrebbe essere profuso nel settore dalle aziende reggiane, è giunta da Enìa una osservazione alla bozza di piano, da cui emerge l'intenzione dell'azienda di installare, nei territori delle tre province gestite, oltre un centinaio di impianti fotovoltaici da 20 kW ognuno, presso edifici di Enti pubblici, oltre ad altri progetti su scala maggiore per oltre 3.000 kW [4.11].

## 4.11 CONCLUSIONI

Nel capitolo sono descritte le linee di intervento previste dal Piano Energetico per le attività del settore industriale.

Gli interventi sono stati definiti facendo riferimento a tre principali direttrici:

- \_ adozione di sistemi di cogenerazione a microturbine,
- \_ realizzazione di impianti fotovoltaici sulle coperture delle strutture industriali,
- \_ sensibilizzazione e, eventualmente, incentivazione all'acquisto di energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili.

Per ciascuna le prime due azioni proposte sono stati calcolati i benefici in termini di minor utilizzo di energia primaria fossile e di emissioni climalteranti e inquinanti evitate, fornendo nel contempo una valutazione delle risorse finanziarie che dovrebbero essere investite per poter portare alla attuazione i diversi interventi.

I risultati sono riepilogati nelle tabelle 4.7 e 4.8, nelle tabelle sono mostrate rispettivamente le evoluzioni del bilancio energetico e del quadro emissivo (anidride carbonica) del settore.

Sebbene gli esiti delle azioni proposte non appaiano straordinari, portano in ogni caso a interessanti spunti di valutazione:

\_ la figura 4.5 mostra che con gli interventi previsti, il *trend* all'aumento della domanda energetica e delle emissioni climalteranti sarebbe già arrestato a partire dal 2008. Negli anni successivi si verificherebbe una sostanziale stabilizzazione del quadro emissivo con una leggera inversione di tendenza, giungendo al 2020 a decrementi del 13 % sempre calcolati con riferimento allo stato attuale;

\_ l'obiettivo di Kyoto appare per l'intero settore ancora lontano, tuttavia, se si fa riferimento al *carbon footprint* pro-capite (la quotaparte delle emissioni di anidride carbonica associate agli usi finali del settore industriali riferibili ad ogni singolo cittadino), si osserva che, in virtù delle azioni che si prevede di intraprendere con il Piano Energetico (Tab. 4.9), una volta scontato il considerevole aumento della popolazione comunale, l'evoluzione del dato statistico mostrerebbe nei primi anni una stabilizzazione dello stesso (da un valore di 2,594 tonnellate di anidride carbonica per cittadino nel 1990, sempre per i soli usi finali del settore industriale, al valore attuale (2007) di 2,474 tonnellate di anidride carbonica pro-capite), a cui farebbe seguito una diminuzione sostanziale (2,119 tonnellate pro-capite al 2020, oltre il 18 % in meno rispetto al valore del 1990, ben al di sotto del decremento 6,5 % imposto dall'adesione Italiana al protocollo di Kyoto).

Domanda Energetica Settore Industriale

Energia Elettrica

Altri Usi con p.i. > 30 kW

Consorzi Industrie

Energia Termica

Gas Naturale Usi Tecnologici

Consumi Aziendali Gasolio

Consumi Aziendali GPL

Consumi Aziendali Olio Combustibile

Totale \*

Interventi

Benefici da Fotovoltaico

Benefici da Cogenerazione

Totale \*

[num] riferimento da bibliografia capitolo 2

[ - ] stima

[ - - ] nessuna fonte disponibile

\* nella valutazione della energia primaria associata ai consumi elettrici si è fatto riferimento ad un rendimento elettrico medio del 40% come da AEEG Delibera n. 296/05

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
	163,0 [-]	219,8 [3]	227,4 [3]	234,0 [3]	255,5 [3]	256,2 [3]	274,2 [3]	168,1 [3]	218,8 [12]	235,4 [12]	230,0 [13]	224,7 [-]	219,6 [-]	214,6 [-]	209,7 [-]	204,9 [-]	200,2 [-]	195,6 [-]	191,2 [-]	178,4 [-]	158,9 [-]
	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	68,1 [bas]	76,1 [bas]	78,0 [-]	80,0 [-]	82,0 [-]	84,0 [-]	86,1 [-]	88,3 [-]	95,1 [-]	107,6 [-]
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
	952,2 [3]	369,0 [3]	414,1 [3]	430,3 [23]	456,5 [3]	700,7 [3]	829,3 [3]	381,5 [6]	263,6 [6]	320,0 [6]	390,9 [6]	335,6 [6]	440,3 [6]	450,4 [-]	460,8 [-]	471,4 [-]	482,2 [3]	493,3 [-]	504,6 [-]	540,3 [-]	605,3 [-]
	127,9 [3]	169,8 [-]	173,8 [-]	167,4 [-]	185,2 [22]	188,9 [-]	192,6 [3]	199,4 [-]	217,5 [-]	212,8 [1]	213,2 [-]	220,7 [-]	228,5 [-]	233,8 [-]	239,2 [-]	244,7 [-]	250,3 [3]	256,1 [-]	262,0 [-]	280,5 [-]	314,2 [-]
	85,6 [3]	157,0 [-]	170,0 [-]	127,9 [-]	158,6 [22]	149,6 [-]	153,9 [3]	157,6 [-]	179,4 [-]	169,0 [1]	167,9 [-]	172,4 [-]	177,1 [-]	364,5 [-]	372,9 [-]	381,4 [-]	390,2 [3]	399,2 [-]	408,4 [-]	437,2 [-]	489,8 [-]
	26,9 [3]	35,7 [-]	36,5 [-]	35,2 [-]	38,9 [-]	39,7 [-]	40,5 [3]	41,9 [-]	45,7 [-]	44,7 [1]	44,8 [-]	46,4 [-]	48,0 [-]	49,1 [-]	50,2 [-]	51,4 [-]	52,6 [3]	53,8 [-]	55,0 [-]	58,9 [-]	66,0 [-]
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)

	1600,0	1281,0	1362,9	1345,6	1472,9	1719,3	1901,7	1200,7	1255,3	1334,9	1391,7	1507,1	1633,2	1829,3	1847,2	1866,0	1885,9	1906,7	1928,6	2000,4	2141,5
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)

	1600,0	1281,0	1362,9	1345,6	1472,9	1719,3	1901,7	1200,7	1255,3	1334,9	1391,7	1507,1	1633,2	1829,3	1831,6	1834,9	1839,1	1844,4	1850,6	1875,7	1938,9
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)

Tab. 4.7: bilancio energetico settore industriale; in dettaglio i benefici ottenibili con gli interventi previsti dal Piano Energetico



Emissioni Climalteranti [CO<sub>2</sub>]

Energia Elettrica	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	
	91.9 [-]	117.4 [3]	120.5 [3]	124.9 [3]	138.4 [3]	129.6 [3]	137.1 [3]	84.1 [2]	109.4 [2]	117.7 [2]	115.0 [2]	112.4 [-]	109.8 [-]	107.3 [-]	104.8 [-]	102.4 [-]	100.1 [-]	97.8 [-]	95.6 [-]	89.2 [-]	79.4 [-]
Altri Usi con p.i. > 30 kW	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	0.0 [-]	34.0 [2]	38.1 [2]	39.0 [-]	40.0 [-]	41.0 [-]	42.0 [-]	43.1 [-]	44.1 [-]	47.5 [-]	53.8 [-]
Consorti Industrie	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]
Energia Termica	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]
	189.8 [3]	73.6 [3]	82.6 [3]	85.8 [2]	91.0 [3]	139.7 [3]	165.3 [3]	76.0 [3]	52.6 [3]	63.8 [3]	77.9 [3]	66.9 [3]	87.8 [3]	89.8 [3]	91.8 [3]	94.0 [3]	96.1 [3]	98.3 [3]	100.6 [3]	107.7 [3]	120.7 [3]
Gas Naturale Usi Tecnologici	33.9 [3]	45.0 [-]	46.1 [-]	44.4 [-]	49.1 [2]	50.1 [-]	51.1 [3]	52.9 [-]	57.7 [-]	56.5 [3]	56.5 [3]	58.6 [-]	60.6 [-]	62.0 [-]	63.5 [-]	64.9 [-]	66.4 [3]	67.9 [-]	69.5 [-]	74.4 [-]	83.4 [-]
Consumi Aziendali Gasolio	19.0 [3]	34.9 [-]	37.8 [-]	28.4 [-]	35.3 [2]	33.3 [-]	34.2 [3]	35.0 [-]	39.9 [-]	37.6 [3]	37.3 [-]	38.3 [-]	39.4 [-]	81.0 [-]	82.9 [-]	84.8 [-]	86.8 [3]	88.8 [3]	90.8 [3]	97.2 [-]	108.9 [-]
Consumi Aziendali GPL	7.4 [3]	9.8 [-]	10.1 [-]	9.7 [-]	10.7 [2]	11.0 [-]	11.2 [3]	11.6 [-]	12.6 [-]	12.3 [3]	12.4 [-]	12.8 [-]	13.3 [-]	13.6 [-]	13.9 [-]	14.2 [-]	14.5 [3]	14.9 [3]	15.2 [-]	16.3 [-]	18.2 [-]
Consumi Aziendali Olio Combustibile	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]
Totale	342.1	280.7	297.1	293.2	324.5	363.6	398.9	259.6	272.2	287.8	299.2	323.0	348.9	392.7	396.9	401.3	405.9	410.8	415.8	432.3	464.4
Interventi	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]	[kCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Fotovoltaico	-0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.4	-0.7	-1.4	-2.1	-2.8	-4.9	-8.5
Benefici da Cogenerazione	-5.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-5.4	-10.9	-16.3	-21.8	-27.2	-43.6	-70.8
Totale	342.1	280.7	297.1	293.2	324.5	363.6	398.9	259.6	272.2	287.8	299.2	323.0	348.9	392.7	391.1	389.7	388.2	386.8	385.7	383.8	385.1

[num] riferimento da bibliografia capitolo 2

[ - ] stima

[ - - ] nessuna fonte disponibile

Tab. 4.8 inventario emissioni climalteranti settore industriale; in dettaglio i benefici ottenibili con gli interventi previsti dal Piano Energetico

[illegible]

Tab. 4.9: inventario emissioni climalteranti settore pro capite da attività settore industriale

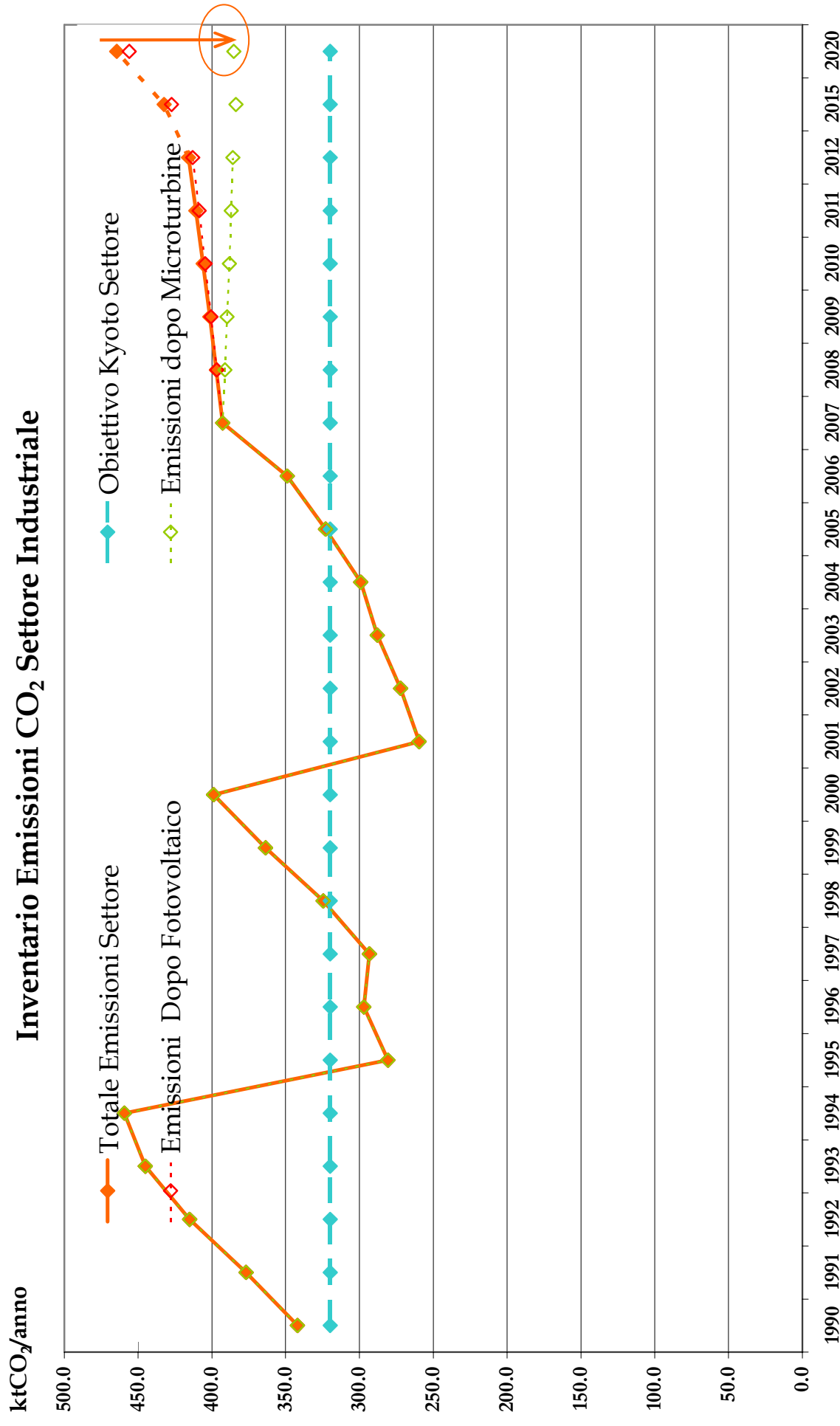


Fig. 4.5: il settore industriale e le azioni del Piano Energetico

## 4.12 BIBLIOGRAFIA

[4.1] Comune di Reggio Emilia. Assessorato Urbanistica ed Edilizia. Servizio Pianificazione Territoriale. Documenti PSC (Piano Strutturale Comunale), Area 2 I Luoghi della Produzione da zone produttive ad aree ecologicamente attrezzate. Dicembre 2007

[4.2] Dettaglio di navigazione del web gis e della base dati sul livello sovra comunale. Aree industriali del Comune di Reggio Emilia e dei Comuni limitrofi.

Disponibile online:

[http://www.investinemiliaromagna.it/atlante/pdf/Summary\\_Sez\\_Atlante.pdf](http://www.investinemiliaromagna.it/atlante/pdf/Summary_Sez_Atlante.pdf)

[4.3] Inventario CORINAIR. Indicatori attività industriali Usi Finali Industriali del Comune di Reggio Emilia. Anno 2000.

[4.4] Consorzio Renergy (Assindustria). Comunicazioni Personali del 24 gennaio 2007 e del 7 settembre 2007.

[4.5] Enia. Comunicazioni Personali del 15 maggio 2007 e 30 agosto 2007.

[4.6] Bizzarri G. : “5+1 – I luoghi della produzione”, 5+1 Percorsi di Partecipazione 2006-2007, Comune di Reggio Emilia, Assessorato Urbanistica ed Edilizia, Volume Allegati, pp. 29-33.

[4.7] De Santoli L.. : “Il confronto tra microturbine”.

[4.8] Osservatorio congiunturale sulla piccola e media impresa di Confartigianato Federimprese Emilia Romagna. 2006.

Disponibile online: <http://www.emilianet.it/Sezione.jsp?idSezione=7267&idSezioneRif=15>

[4.9] Gestore Servizi Elettrici. GSE. Risorsa On-Line:

<http://www.grtn.it/ita/fontirinnovabili/CertificatiRECS.asp>

[4.10] Gestore Servizi Elettrici. GSE. Risorsa On-Line:

<http://www.grtn.it/ita/fontirinnovabili/CertificatiRECS.asp>

[4.11] Enia. Lettera del Direttore Operativo all'Assessorato Ambiente e Città Sostenibile del Comune di Reggio Emilia. 26 settembre 2008.





# 5

## Gli interventi nel settore dell'agricoltura





## 5.1 INTRODUZIONE

Nel bilancio energetico del Comune di Reggio Emilia le attività del settore agricolo ricoprono un peso marginale in termini di domanda energetica e di emissioni.

Le stime elaborate nel capitolo 2, a partire da dati indiretti, mostrano infatti che, nel 2007, i fabbisogni energetici e le emissioni climalteranti riconducibili alle attività del settore si attestano rispettivamente intorno al 3,8 % e al 10 % di quelle dell'intero Comune.

## 5.2 GLI INTERVENTI PREVISTI NEL SETTORE

La mancanza di dati certi rende estremamente difficile sviluppare valutazioni e previsioni precise.

Nel settore sembrerebbe ad esempio avere un peso consistente l'allevamento. Tuttavia, l'apporto di questa attività risulta, da dati degli uffici veterinari [5.1], sostanzialmente neutro ai fini della redazione delle stime sulla evoluzione del quadro emissivo dal 1990 ad oggi, essendosi mantenuto costante il numero dei capi allevati.

La singolarità che emerge con più evidenza, da dati regionali di macroarea sul settore, è invece da individuarsi nel *trend* crescente che interessa i consumi di energia elettrica e degli altri prodotti petroliferi, ed è proprio per contrastare questo *trend* che si sviluppano le azioni proposte in questo capitolo.

La recente riforma del meccanismo di incentivazione dei certificati verdi, insieme alla specifiche politiche incentivanti, promosse nel settore del fotovoltaico, hanno così portato a vagliare le potenzialità di sistemi microeolici e di impianti fotovoltaici a servizio delle utenze del settore.

Da questo elenco, sembrerebbero restare escluse le biomasse nell'ambito delle filiere energetiche. In realtà la realizzazione di sistemi di cogenerazione a biomasse costituirà uno dei punti chiave del futuro sviluppo energetico anche in virtù delle precise direttive del Piano Energetico Regionale. Le potenzialità di questi sistemi saranno però approfonditamente studiate più avanti, nel capitolo 9, in particolare:

— la coltivazione di biomasse per l'approvvigionamento di biocarburanti, in accordo con quanto previsto dall'art. 2 *quater* dalla Legge 11 marzo 2006, n. 81 [5.2], sarà successivamente trattata nel capitolo 7, e, in ogni caso, non sembra ragionevole interessare il territorio comunale che, per la esiguità delle superfici eventualmente disponibili, e per la loro attuale destinazione d'uso prevalente, dedicata ad altre attività, connesse prevalentemente alle filiere alimentari e all'allevamento, si mostra poco adatta a questi fini;

— la coltivazione di altre biomasse, essenze arboree *in primis*, nell'ambito di filiere finalizzate alla produzione di energia termica ed eventualmente elettrica mediante stazioni di cogenerazione / teleriscaldamento, sarà, come si diceva, diffusamente trattata nel capitolo 9 come ipotesi di futuro sviluppo del Piano, sempre nel rispetto delle indicazioni del recente Piano Energetico Regionale e delle prescrizioni insite nella definizione delle così dette "filiere corte". Anche in questo caso le aree vocate ad ospitare colture energetiche sarebbero da localizzarsi prevalentemente nelle aree più settentrionali della Provincia, in vicinanza del Fiume Po, e in zone opportunamente individuate sull'Appennino; le stesse biomasse potranno essere anche opportunamente integrate anche dai residui delle attività agricole



e forestali (*e.g.* pulitura dei boschi), nonché di tutte quelle potature e sfalci, adeguati ad essere portati a bocca di fuoco, che si dovessero eventualmente rendere disponibili;

\_ la gestione delle biomasse (deiezioni e reflui) dalle attività di allevamento merita una grande attenzione sia per le considerevoli potenzialità, sia per le problematiche connesse al loro utilizzo. L'argomento necessiterebbe quindi di uno studio molto approfondito che non è stato possibile redigere in questa sede anche per la esiguità dei dati a disposizione.

Le due principali azioni analizzate nel Piano Energetico, per quanto riguarda il settore agricolo, sono state delineate con riferimento alle seguenti direttrici di intervento:

- in virtù degli incentivi e della crescente remuneratività di operazioni nel settore delle rinnovabili e del favorevole regime fiscale riservato alle attività di tipo agricolo, incentivazione all'utilizzo di questi sistemi laddove le condizioni ambientali lo consentano (*e.g.* utilizzando le estese coperture degli stabili sede delle attività produttive, capannoni, *etc*);
- promuovere all'utilizzo di sistemi impiantistici fotovoltaici e micro/minieolici per soddisfare quote crescenti della domanda di energia elettrica con fonti rinnovabili;

Per le diverse direttrici di intervento selezionate sono state sviluppate accurate analisi energetiche giungendo alla stima dei relativi benefici energetici (riduzione dei consumi da fonte fossile), e ambientali (diminuzione delle emissioni di gas climalteranti in atmosfera).

I risultati delle precedenti analisi sono sintetizzati nelle tabelle 5.1 e 5.2, con riferimento ai diversi *steps* temporali 2010, 2011, 2012, 2015, 2020).

Nelle tabelle sono state inoltre stimate le risorse che sarebbe necessario investire per l'attuazione degli stessi interventi.

<b>Energia Primaria Fossile</b>	<b>2008</b>		<b>2010</b>		<b>2011</b>		<b>2012</b>		<b>2015</b>		<b>2020</b>	
<b>Interventi</b>	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)
Fotovoltaico	-0.9	2	-1.9	6	-2.8	8	-3.8	10	-6.6	16	-11.3	27
Microeolico	-0.3	1	-1.0	2	-1.3	2	-1.7	3	-2.7	4	-4.4	7
<b>Totale</b>	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)	(GWh)	(M€)
	-1.3		-2.9		-4.2		-5.4		-9.3		-15.6	

Tab. 5.1. Benefici in termini di un minor utilizzo di energia primaria raggiungibili mediante la applicazione delle principali linee di intervento con indicazione dei costi associati alle stesse.

<b>Emissioni Climalteranti [CO<sub>2</sub>]</b>	<b>2008</b>		<b>2010</b>		<b>2011</b>		<b>2012</b>		<b>2015</b>		<b>2020</b>	
<b>Interventi</b>	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)
Fotovoltaico	-0.3	2	-1.2	6	-1.7	8	-2.3	10	-4.0	16	-6.9	27
Microeolico	-0.1	1	-0.3	2	-0.4	2	-0.5	3	-0.8	4	-1.3	7
<b>Totale</b>	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)	[ktCO <sub>2</sub> ]	(M€)
	-0.4		-1.5		-2.1		-2.8		-4.9		-8.3	

Tab. 5.2. Benefici in termini delle emissioni evitate di anidride carbonica raggiungibili mediante la applicazione delle principali linee di intervento con indicazione dei costi associati alle stesse.

Con riferimento alle precedenti ipotesi, da oggi al 2020 sarebbero conseguiti i seguenti benefici:

\_ minor utilizzo di energia primaria fossile, rispetto alla evoluzione naturale del *trend* della domanda:

- - 15,6 GWh/anno pari a circa 1340 tonnellate equivalenti di petrolio/anno al 2020

\_ emissioni di anidride carbonica evitate, rispetto alla evoluzione naturale del *trend* delle emissioni:

- - 8300 tonnellate/anno al 2020

La valutazione del rapporto benefici/costi delle diverse azioni, evidenzia infine maggiori potenzialità per gli impianti microeolici rispetto a quelli fotovoltaici (istogramma di Fig. 5.1).

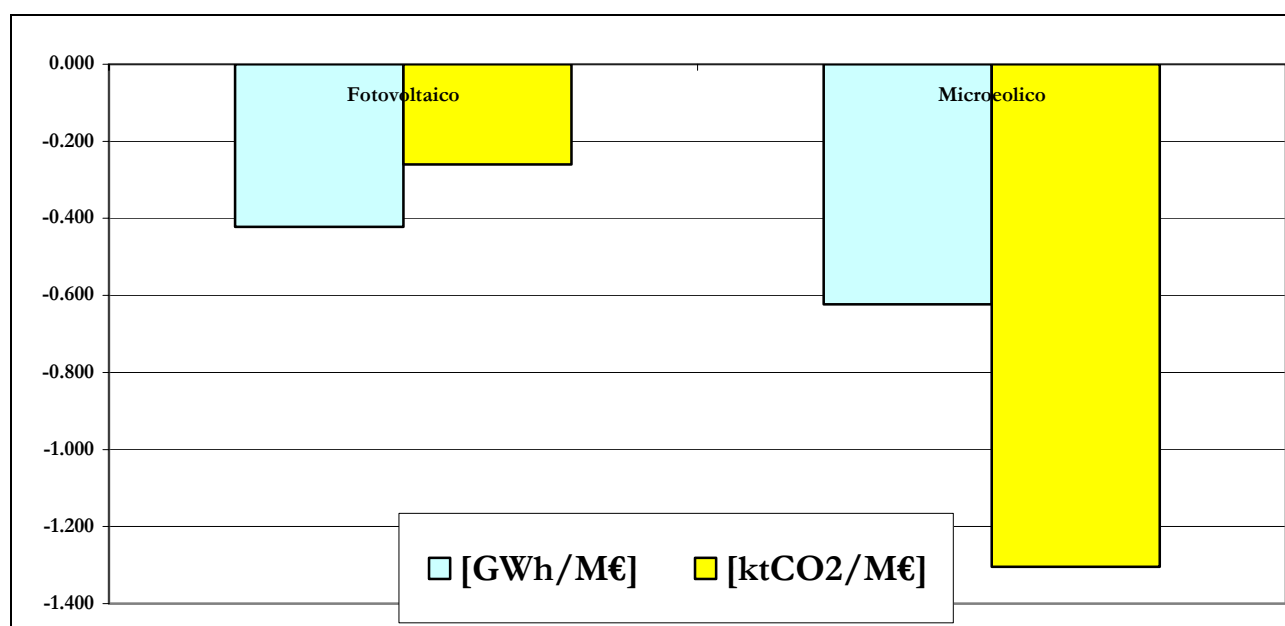


Fig. 5.1. rapporto benefici/costi delle azioni previste dal Piano Energetico per il settore agricolo.

## 5.3 IL FOTOVOLTAICO

Già nei precedenti paragrafi si è evidenziato che le producibilità attese da impianti fotovoltaici installati in un sito del Comune di Reggio Emilia (nel caso di impianti in silicio cristallino) si attesterebbero intorno ai 1.100 kW<sub>e</sub> per ogni kW di picco installato.

Sebbene l'area padana non si dimostri quindi particolarmente vocata alla realizzazione di impianti solari, si è comunque deciso di valutare la fattibilità di installazioni fotovoltaiche anche in questo settore. Tale scelta è stata giustificata in considerazione di diversi fattori:

- \_ la grande affidabilità tecnologica e la valutazione ambientale positiva in relazione alle analisi sul ciclo di vita degli impianti fotovoltaici,
- \_ la tariffa incentivante sull'energia elettrica prodotta da fonte fotovoltaica;
- \_ la norma regionale sull'efficienza energetica degli edifici che prevede di individuare aree delocalizzate da destinare alle installazioni fotovoltaiche nel caso in cui alcune utenze / edifici, nonostante le prescrizioni di legge, si mostrino morfologicamente del tutto inadeguati ad ospitare impianti solari;
- \_ la certezza del rientro dell'investimento iniziale: sebbene essa non sia molto rapida, è sempre garantita entro i tempi di vita utile dell'impianto.

Gli indici economico/energetici ed economico/ambientali caratterizzanti gli interventi nel settore industriale sono gli stessi già determinati nel settore civile ed industriale:

costo della tecnologia :            6 k€/kW<sub>e</sub>

- \_ I<sub>ee</sub> (economico-energetico<sup>1</sup>):            457 kWh<sub>p</sub> / anno\*k€
- \_ I<sub>ea<sub>CO2</sub></sub> (economico-ambientale CO<sub>2</sub><sup>2</sup>)            141 kg CO<sub>2</sub> / anno\*k€
- \_ I<sub>ea<sub>NOX</sub></sub> (economico-ambientale NO<sub>x</sub><sup>5</sup>)            311 g NOX/ anno\*k€
- \_ I<sub>ea<sub>polveri</sub></sub> (economico-ambientale polveri<sup>5</sup>)            n.d.

### 5.3.1 IL FOTOVOLTAICO: GLI SCENARI PREVISTI

Gli scenari indagati prevedono che, dal 2008 in poi, in virtù della tariffa incentivante promossa con il conto energia, entrino mediamente in esercizio diciotto impianti fotovoltaici, di taglia pari a 19 kW, a servizio di altrettante aziende agricole.

Il numero dei Soggetti che si attiverebbero in questo senso è stato stimato nell'ipotesi che circa l'un per cento delle aziende del Comune Reggiano aderiscano ogni anno all'operazione.

---

<sup>1</sup> definito come il rapporto tra il decremento annuo in termini di fabbisogno di energia primaria fossile ottenuto con l'adozione di una certa tecnologia/politica di intervento, e il costo di investimento (in k€)

<sup>2</sup> definito come il rapporto tra la riduzione annua delle emissioni rispettivamente di anidride carbonica, ossidi di azoto e polveri sottili, ottenibile con l'attuazione di un certo intervento e il costo del relativo investimento (sempre in k€)

Secondo questa ipotesi di lavoro, i Soggetti Responsabili di questi impianti sceglierebbero di realizzare impianti fotovoltaici semi-integrati sulle coperture delle proprie strutture; gli impianti sarebbero caratterizzati da una potenza di picco di 19 kW, tale da consentire un facile accesso alla modalità di connessione alla rete in “scambio su posto”, senza l’attivazione dell’Officina Elettrica, con una tariffa incentivante abbastanza premiante.

Le coperture piane potrebbero inoltre consentire la disposizione delle stringhe secondo la configurazione ideale (angolo di azimuth 0°, angolo di tilt 32°) consentendo la massima captazione dell’energia solare: 1595 kWh<sub>s</sub>/m<sup>2</sup> anno.

Poco verosimile appare invece la soluzione di impianto su terreno per lo scarso valore della tariffa incentivante.

Le simulazioni, condotte con riferimento all’ipotesi prima definita, porgono i seguenti risultati.

\_ 1 CONTO ENERGIA 2007 per ciascun anno 2008-2020 (STIME)

ADESIONE: SU BASE VOLONTARIA

POTENZA INSTALLATA: ≈ 342 kW (i)

RISORSE INVESTITE: 2 052,000 k€ (PRIVATI) (i)

(i) stima nell’ipotesi di entrata in funzione, per ciascuno degli anni dal 2008 in poi, di una potenza annua pari a quella caratterizzante 18 impianti da 18,9 kWp sulle coperture di utenze agricole, in virtù dell’innalzamento del tetto di potenza incentivata e dell’accesso sostanzialmente garantito alle tariffe incentivanti.

Se si procede ad una stima finanziaria dei costi delle azioni prima descritte, si può valutare una spesa cumulata al 2020 pari a circa 26676 k€, con un esborso medio annuo di circa 2052 k€, pari allo 0,04 % del P.I.L. riferito alle attività comunali.

### 5.3.2 FOTOVOLTAICO: I RISULTATI

### 5.3.3 FOTOVOLTAICO: I BENEFICI ENERGETICI

I benefici energetici sono stati stimati facendo riferimento alla consueta ipotesi in base alla quale l’energia elettrica da fotovoltaico sarebbe stata diversamente prodotta con le altre tecnologie disponibili, in particolare con una centrale termoelettrica ad olio combustibile.

Il bilancio energetico, da utilizzarsi per calcolare l’energia primaria fossile risparmiata grazie all’esercizio di un impianto fotovoltaico, porge quindi:

$$E_{Pa} = \frac{E_{PV} \eta_{AUTO}}{\eta_{ES}}$$

dove:

–  $E_{pa}$  è l'energia primaria fossile risparmiata grazie alla realizzazione di impianti fotovoltaici nel settore agricolo

–  $E_{PV}$  è l'energia elettrica prodotta con l'impianto fotovoltaico

–  $\eta_{AUTO} = 0,997$  è il rendimento al netto delle dissipazioni nel caso che l'energia sia "autoconsumata", cioè utilizzata direttamente dal produttore o da altre utenze a lui vicine. Tale rendimento è stato stimato con riferimento a quanto indicato nel Piano Energetico 2007 della Regione Emilia Romagna, per gli autoproduttori ai sensi del D. Lgs. n. 79/99, art. 2, comma 2.

–  $\eta_{ES} = 0,400$  è il rendimento elettrico medio della tecnologia di *benchmark*, normalmente coincidente con il rendimento medio caratterizzante il parco termoelettrico nazionale in cui, in questo caso, sono stati detratte, in via cautelativa, le dissipazioni per trasmissione e trasformazione, giungendo a un valore del 40 % anche in linea con quanto previsto dalla Delibera della Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG) n. 296/05.

Se si fa riferimento ad una produzione di energia elettrica di circa 1100 kWh<sub>e</sub>/kW<sub>p</sub> caratterizzante mediamente gli impianti fotovoltaici in silicio cristallino, può essere stimato un beneficio in termini di un minor consumo di energia primaria pari a circa 2742 kWh per ogni kW di picco in esercizio.

Dall'equazione di bilancio, possono essere così calcolati i seguenti benefici energetici:

– CONTO ENERGIA dall'annata 2008 in poi - 0,938 GWh<sub>p</sub> annui.

che, aggregati nel corso delle annate, porgono la seguente tabella:

<b>Intervento</b>	<b>2008</b> (GWh)	<b>2010</b> (GWh)	<b>2011</b> (GWh)	<b>2012</b> (GWh)	<b>2015</b> (GWh)	<b>2020</b> (GWh)
Benefici da Fotovoltaico	-0.94	-1.88	-2.81	-3.75	-6.56	-11.25

Tab. 5.3 benefici in termini di diminuzione della domanda di energia primaria fossile da realizzazione di impianti fotovoltaici nel settore agricolo

#### 5.3.4 FOTOVOLTAICO: I BENEFICI AMBIENTALI

Come di consueto, per la valutazione dei benefici ambientali, in termini di emissioni evitate, si è fatto riferimento ai fattori di emissione specifica forniti dall'istituto ETH Zurich, Institut für Verfahrens und Kältetechnik (IVUK).

Anche in questo caso si è ragionevolmente ritenuto di poter assumere che l'elettricità prodotta dagli impianti potesse essere consegnata in bassa tensione e verosimilmente consumata, se non dalla stessa struttura agricola, da utenze finali comunque molto prossime al sito di produzione.

In questo caso i valori da considerare per la valutazione delle emissioni specifiche evitate risultano essere:

766,8 gCO<sub>2</sub>/kWh<sub>e</sub>

1,699 gNO<sub>x</sub>/kWh<sub>e</sub>

e i benefici ambientali sono così quantificati:

## EMISSIONI CLIMALTERANTI

\_ CONTO ENERGIA dall'annata 2008 in poi - 288 t<sub>CO2</sub> annui.

che, aggregate, porgono, negli anni, la seguente tabella:

<b>Intervento</b>	<b>2008</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2010</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2011</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2012</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2015</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2020</b> [ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Fotovoltaico	-0.288	-1.154	-1.731	-2.308	-4.039	-6.923

Tab. 5.4 benefici in termini di diminuzione delle emissioni climalteranti da realizzazione di impianti fotovoltaici nel settore agricolo

## EMISSIONI INQUINANTI

Con analogo procedimento sono state valutate le mancate emissioni inquinanti.

\_ CONTO ENERGIA dall'annata 2008 in poi - 107 kg<sub>NOx</sub> annui.

## 5.4 IL MICROEOLICO

Il territorio del Comune di Reggio Emilia, nella sua parte urbana, non si mostra particolarmente vocato per le installazioni eoliche, se non nel caso di particolari e circostanziati contesti che sono già stati esplorati nel capitolo 3. Nonostante questa scarsa potenzialità, le porzioni del territorio comunale più esterne e lontane dal nucleo urbanizzato, in particolare nel settore meridionale del Comune, potrebbero mostrarsi adatte a installazioni eoliche di modesta potenza.

Alla luce della recente riforma dei certificati verdi, infatti, sia che si considerino gli aerogeneratori ad asse verticali, sia le piccole macchine ad asse orizzontale, la remuneratività dell'impianto entro la sua vita utile pare ormai essere garantita, tanto che altri Comuni della pianura reggiana e modenese, hanno già inserito il tema del microelico tra le opzioni da vagliare.

In ogni caso, le linee di intervento proposte in questa sede per il microeolico devono essere considerate come quasi preliminari e finalizzate a creare un paniere di utenze dimostrative (*pilot plants*), questo anche per le potenzialità limitate della tecnologia microeolica in termini di contenimento delle emissioni.

Nel Piano energetico sono state così individuate due linee di azione principali:

\_ realizzazione di microaerogeneratori ad asse orizzontale a servizio di utenze agricole e/o industriali.

\_ realizzazione di microimpianti ad asse verticale da installarsi in modalità integrata nell'involucro degli edifici che si mostreranno adeguati ad ospitarli (le modalità secondo cui attuare la integrazione architettonica devono essere adeguatamente studiate e quindi regolate tenendo in adeguata considerazione sia i requisiti architettonici che quelli energetici), e in prossimità degli assi viari più trafficati.

La seconda tipologia di impianto è stata parzialmente indagata nel Capitolo 3.

Per quanto riguarda la prima opzione, invece, si è ipotizzata la installazione di trentasei dispositivi microelici di potenza 7,50 kW, un numero pari al 2 % dei Soggetti agricoli stimati nel Comune di Reggio Emilia. Sebbene sia particolarmente difficile fornire valutazioni precise sulla risorsa eolica disponibile, anche in relazione ai dati di letteratura qualitativi già presentati nel capitolo 3 [5.3-5.5] si è stimata la disponibilità di circa 500 ore equivalenti nel territorio Comunale di Reggio Emilia (Fig. 5.2 e 5.3).

Tale ipotesi non appare poi così del tutto irrealistica soprattutto se si considerano le zone della pedecollina ricadenti entro il Comune di Reggio Emilia.

Alcune analisi economico-finanziarie preliminari hanno dimostrato che, con le nuove tariffe incentivanti promosse dall'ultima legge finanziaria, il tempo di ritorno dell'investimento per una siffatta dotazione impiantistica risulta essere particolarmente interessante e comunque sempre inferiore alla vita utile degli impianti.



Fig. 5.2 producibilità attesa a 25 metri sul piano di campagna da Atlante Eolico Interattivo CESI.



Fig. 5.3 zona di potenziale interesse per installazioni microeoliche ad asse orizzontale Reggio Emilia.

Gli indici economico/energetici ed economico/ambientali caratterizzanti gli interventi nel settore industriale sono gli stessi già determinati nel settore civile ed industriale:

costo della tecnologia :  $2,5 \text{ k€}/\text{kW}_e$

–  $I_{ee}$  (economico-energetico<sup>3</sup>):  $499 \text{ kWhp} / \text{anno} \cdot \text{k€}$

–  $I_{ea_{CO_2}}$  (economico-ambientale  $CO_2$ <sup>4</sup>)  $153 \text{ kg } CO_2 / \text{anno} \cdot \text{k€}$

<sup>3</sup> definito come il rapporto tra il decremento annuo in termini di fabbisogno di energia primaria fossile ottenuto con l'adozione di una certa tecnologia/politica di intervento, e il costo di investimento (in k€)



–  $I_{ea_{NOX}}$  (economico-ambientale  $NO_x$  <sup>5</sup>)      340 g NOX/ anno\*k€

–  $I_{ea_{polveri}}$  (economico-ambientale polveri <sup>5</sup>)      n.d.

#### 5.4.1 IL MICROEOLICO: GLI SCENARI PREVISTI

Nello scenario indagato si è assunto che dal 2008 in poi, ogni anno entrino in esercizio mediamente trentasei impianti microeolici, di potenza di targa pari a 7,5 kW.

Questa ipotesi è congruente all'assunzione che ogni anno il 2 % delle aziende stimate in Comune di Reggio Emilia si dotino di questa tipologia di sistema impiantistico.

Le simulazioni, condotte con riferimento all'ipotesi prima definita, porgono i seguenti risultati.

– MINIEOLICO per ciascun anno 2008-2020 (STIME)

ADESIONE: SU BASE VOLONTARIA

POTENZA INSTALLATA:  $\approx$       270 kW (i)

RISORSE INVESTITE:      675,000 k€ (PRIVATI) (i)

(i) stima nell'ipotesi di entrata in funzione, per ciascuno degli anni dal 2008 in poi, di una potenza annua pari a quella caratterizzante 36 impianti microeolici ad asse orizzontale da 7,5 kWp a servizio delle utenze agricole comunali accedendo al meccanismo di incentivazione dei certificati verdi.

Se si procede alla stima al 2020 delle azioni prima descritte, si può valutare una spesa cumulata per gli interventi pari a circa 8 775 k€, con un esborso medio annuo di circa 675 k€, pari allo 0,01 % del P.I.L. riferito alle attività comunali.

#### 5.4.2 IL MICROEOLICO: I RISULTATI

#### 5.4.3 IL MICROEOLICO: I BENEFICI ENERGETICI

I benefici energetici sono stati stimati considerando l'energia elettrica complessivamente prodotta come sostitutiva di una analoga quantità di elettricità altrimenti generata da una centrale termoelettrica ad olio combustibile.

Il bilancio energetico, da utilizzarsi per calcolare l'energia primaria fossile risparmiata grazie all'esercizio di un impianto fotovoltaico, porge quindi:

$$E_{Ea} = \frac{E_{ME} \eta_{AUTO}}{\eta_{ES}}$$

---

<sup>4</sup> definito come il rapporto tra la riduzione annua delle emissioni rispettivamente di anidride carbonica, ossidi di azoto e polveri sottili, ottenibile con l'attuazione di un certo intervento e il costo del relativo investimento (sempre in k€)

dove:

- $E_{Ea}$  è l'energia primaria fossile risparmiata grazie all'esercizio dei sistemi microeolici
- $E_{ME}$  è l'energia elettrica prodotta con l'impianto microeolico ed è in prima approssimazione stimabile come la potenza installata per il numero di ore equivalenti caratterizzante il sito (*i.e.* 500 ore/anno)
- $\eta_{AUTO} = 0,997$  è il rendimento al netto delle dissipazioni nel caso che l'energia sia "autoconsumata", cioè utilizzata direttamente dal produttore o da altre utenze a lui vicine. Tale rendimento è stato stimato con riferimento a quanto indicato nel Piano Energetico 2007 della Regione Emilia Romagna, per gli autoproduttori ai sensi del D. Lgs. n. 79/99, art. 2, comma 2.
- $\eta_{ES} = 0,400$  è il rendimento elettrico medio della tecnologia di *benchmark*, normalmente coincidente con il rendimento medio caratterizzante il parco termoelettrico nazionale in cui, in questo caso, sono stati detratte, in via cautelativa, le dissipazioni per trasmissione e trasformazione, giungendo a un valore del 40 % anche in linea con quanto previsto dalla Delibera della Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG) n. 296/05.

Se si considera il valore della producibilità equivalente prima definita (500 ore/anno) si può determinare che la produzione di energia elettrica è pari circa a 500 kWh<sub>e</sub>/kW<sub>p</sub>. Il beneficio in termini di un minor consumo di energia primaria è quindi pari a circa 1246 kWh per ogni kW di picco installato e in esercizio.

Dall'equazione di bilancio, possono essere così calcolati i seguenti benefici energetici:

– CONTO ENERGIA dall'annata 2008 in poi - 0,336 GWh<sub>p</sub> annui.

che, aggregati nel corso delle annate, porgono la seguente tabella:

	2008	2010	2011	2012	2015	2020
Intervento	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Benefici da Microeolico	-0.34	-1.01	-1.35	-1.68	-2.69	-4.37

Tab. 5.5 benefici in termini di diminuzione della domanda di energia primaria fossile da realizzazione di impianti microeolici nel settore agricolo

#### 5.4.4 IL MICROEOLICO: I BENEFICI AMBIENTALI

Sempre facendo riferimento ai valori forniti dall'istituto ETH Zurich, Institut fur Verfahrens und Kaltetechnik (IVUK), sono stati determinati i benefici ambientali generati dagli interventi previsti al paragrafo 5.4.

Come sempre, assumendo per ipotesi che l'energia elettrica prodotta sia consegnata in bassa tensione e sia verosimilmente consumata, se non dalla stessa struttura agricola, da utenze finali comunque molto prossime al sito di produzione, sono stati valutate le emissioni climalteranti e inquinanti evitate.

Ricordando i valori da considerare per la valutazione delle emissioni specifiche evitate:

766,8 gCO<sub>2</sub>/kWh<sub>e</sub>  
1,699 gNO<sub>x</sub>/kWh<sub>e</sub>

Si determinano i benefici ambientali:

## EMISSIONI CLIMALTERANTI

\_ CONTO ENERGIA dall'annata 2008 in poi - 104 t<sub>CO2</sub> annui.

che, aggregate, porgono, negli anni, la seguente tabella:

<b>Intervento</b>	<b>2008</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2010</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2011</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2012</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2015</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2020</b> [ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Microeolico	-0.104	-0.311	-0.414	-0.518	-0.828	-1.346

Tab. 5.6 benefici in termini di diminuzione delle emissioni climalteranti da realizzazione di impianti microeolici nel settore agricolo

## EMISSIONI INQUINANTI

Con analogo procedimento sono state valutate le mancate emissioni inquinanti.

\_ CONTO ENERGIA dall'annata 2008 in poi - 92 kg<sub>NOx</sub> annui.

## 5.5 CONCLUSIONI

Il capitolo descrive le principali azioni previste nel settore agricolo. Le tecnologie e le linee di intervento sono state delineate in relazione ai possibili scenari attuativi, costruiti considerando lo stato dell'arte tecnologico, normativo ed economico delle operazioni proposte.

Le azioni previste sono state così studiate sulla base delle seguenti direttrici:

- \_ sensibilizzazione alla adozione di impianti alimentati da fonti rinnovabili;
- \_ realizzazione di impianti fotovoltaici sulle coperture delle strutture agricole (*e.g.* strutture per il ricovero dei mezzi, stalle, *etc.*);
- \_ realizzazione di impianti microeolici.

Per ciascuna delle azioni proposte, sono stati determinati i minori consumi in termini di energia primaria fossile e le minori emissioni climalteranti e inquinanti evitate. Sono state inoltre stimate le risorse che sarebbe necessario investire per portare ad attuazione i diversi interventi previsti.

I risultati, riassunti nelle tabelle 5.7 e 5.8, mostrano l'evoluzione della domanda energetica e del quadro emissivo (anidride carbonica) del settore dopo gli interventi.

La figura 5.4 dimostra che le azioni previste, sebbene non sufficienti a raggiungere l'obiettivo di Kyoto, potrebbero essere foriere di benefici misurabili. A penalizzare il settore sarebbe infatti il *trend* spontaneo della domanda energetica in costante aumento per effetto della crescita registrata negli ultimi anni.

Anche in questo caso, considerando il *carbon footprint* pro-capite, la quota parte delle emissioni di anidride carbonica associate agli usi finali del settore agricolo che possono essere riferite ad ogni singolo cittadino, in vece che il dato integrale delle emissioni, si osserva (Tab. 5.9) che, una volta scontato l'aumento della popolazione comunale, l'evoluzione storica del dato mostra una costante e significativa decrescita dal valore attuale di 0,851 tonnellate di anidride carbonica per cittadino (2007), al valore di 0,817 tonnellate pro-capite nel 2020, molto al di sotto dalla riduzione imposta da Kyoto.

**Domanda Energetica Settore Agricolo**

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
<b>Energia Elettrica</b>																					
Elettricit� Utenze Agricole	(GWh) 25.1 <sup>1,2</sup>	(GWh) 24.8 <sup>1</sup>	(GWh) 23.2 <sup>1</sup>	(GWh) 30.2 <sup>1</sup>	(GWh) 26.4 <sup>1</sup>	(GWh) 32.4 <sup>1,2</sup>	(GWh) 27.2 <sup>1,2</sup>	(GWh) 33.2 <sup>1</sup>	(GWh) 34.8 <sup>1</sup>	(GWh) 33.8 <sup>1,2</sup>	(GWh) 36.3 <sup>1</sup>	(GWh) 37.1 <sup>1</sup>	(GWh) 38.5 <sup>1</sup>	(GWh) 38.6 <sup>1</sup>	(GWh) 39.4 <sup>1</sup>	(GWh) 40.2 <sup>1</sup>	(GWh) 41.0 <sup>1</sup>	(GWh) 41.8 <sup>1</sup>	(GWh) 42.7 <sup>1</sup>	(GWh) 45.1 <sup>1</sup>	(GWh) 49.2 <sup>1</sup>
<b>Combustibili</b>																					
Consumi Prodotti Petrolieri (olio c, etc.)	(GWh) 113.8 <sup>1,2</sup>	(GWh) 107.6 <sup>1</sup>	(GWh) 100.9 <sup>1</sup>	(GWh) 133.0 <sup>1</sup>	(GWh) 130.1 <sup>1</sup>	(GWh) 144.9 <sup>1</sup>	(GWh) 146.3 <sup>1,2</sup>	(GWh) 153.2 <sup>1</sup>	(GWh) 159.7 <sup>1</sup>	(GWh) 162.7 <sup>1,2</sup>	(GWh) 164.4 <sup>1</sup>	(GWh) 171.6 <sup>1</sup>	(GWh) 179.2 <sup>1</sup>	(GWh) 180.4 <sup>1</sup>	(GWh) 184.8 <sup>1</sup>	(GWh) 189.3 <sup>1</sup>	(GWh) 193.8 <sup>1</sup>	(GWh) 198.4 <sup>1</sup>	(GWh) 202.9 <sup>1</sup>	(GWh) 216.9 <sup>1</sup>	(GWh) 240.8 <sup>1</sup>
Consumi Combustibili Gassosi (gas n, etc.)	(GWh) 4.6 <sup>1,2</sup>	(GWh) 4.3 <sup>1</sup>	(GWh) 4.0 <sup>1</sup>	(GWh) 5.3 <sup>1</sup>	(GWh) 5.2 <sup>1</sup>	(GWh) 5.8 <sup>1</sup>	(GWh) 5.9 <sup>1,2</sup>	(GWh) 6.1 <sup>1</sup>	(GWh) 6.4 <sup>1</sup>	(GWh) 6.5 <sup>1,2</sup>	(GWh) 6.6 <sup>1</sup>	(GWh) 6.9 <sup>1</sup>	(GWh) 7.2 <sup>1</sup>	(GWh) 7.2 <sup>1</sup>	(GWh) 7.4 <sup>1</sup>	(GWh) 7.6 <sup>1</sup>	(GWh) 7.8 <sup>1</sup>	(GWh) 7.9 <sup>1</sup>	(GWh) 8.1 <sup>1</sup>	(GWh) 8.7 <sup>1</sup>	(GWh) 9.6 <sup>1</sup>
<b>Allevamento</b>																					
Allevamento Bovini	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Allevamento Suini	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
<b>Totale *</b>	(GWh) 181.1	(GWh) 173.9	(GWh) 162.9	(GWh) 213.9	(GWh) 201.4	(GWh) 231.7	(GWh) 220.2	(GWh) 242.4	(GWh) 253.1	(GWh) 253.8	(GWh) 261.8	(GWh) 271.1	(GWh) 282.7	(GWh) 284.2	(GWh) 290.8	(GWh) 297.5	(GWh) 304.2	(GWh) 310.9	(GWh) 317.7	(GWh) 338.3	(GWh) 373.5
<b>Interventi</b>																					
Benefici da Fotovoltaico	(GWh) 181.1	(GWh) 173.9	(GWh) 162.9	(GWh) 213.9	(GWh) 201.4	(GWh) 231.7	(GWh) 220.2	(GWh) 242.4	(GWh) 253.1	(GWh) 253.8	(GWh) 261.8	(GWh) 271.1	(GWh) 282.7	(GWh) 284.2	(GWh) 290.8	(GWh) 297.5	(GWh) 304.2	(GWh) 310.9	(GWh) 317.7	(GWh) 338.3	(GWh) 373.5
Benefici da Micro-Eolico	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
<b>Totale *</b>	(GWh) 181.1	(GWh) 173.9	(GWh) 162.9	(GWh) 213.9	(GWh) 201.4	(GWh) 231.7	(GWh) 220.2	(GWh) 242.4	(GWh) 253.1	(GWh) 253.8	(GWh) 261.8	(GWh) 271.1	(GWh) 282.7	(GWh) 284.2	(GWh) 290.8	(GWh) 294.9	(GWh) 301.3	(GWh) 306.8	(GWh) 312.3	(GWh) 329.1	(GWh) 357.8

[num] riferimento da bibliografia

[ - ] stima

[ - ] nessuna fonte disponibile

\* nella valutazione della energia primaria associata ai consumi elettrici si   fatto riferimento ad un rendimento elettrico medio del 40% come da AEEG Delibera n. 206/05

Tab. 5.7: bilancio energetico settore agricolo; in dettaglio i benefici ottenibili con gli interventi previsti dal Piano Energetico

## Emissioni Climalteranti [CO<sub>2</sub>]

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
<b>Energia Elettrica</b>																					
Elettricità UtENZE Agricole	14,1 <sup>[12]</sup>	13,2 <sup>[1]</sup>	12,3 <sup>[1]</sup>	16,1 <sup>[1]</sup>	14,4 <sup>[1]</sup>	16,4 <sup>[12]</sup>	13,6 <sup>[12]</sup>	16,6 <sup>[1]</sup>	17,4 <sup>[1]</sup>	16,9 <sup>[12]</sup>	18,2 <sup>[1]</sup>	18,5 <sup>[1]</sup>	19,3 <sup>[1]</sup>	19,3 <sup>[1]</sup>	19,7 <sup>[1]</sup>	20,1 <sup>[1]</sup>	20,5 <sup>[1]</sup>	20,9 <sup>[1]</sup>	21,3 <sup>[1]</sup>	22,5 <sup>[1]</sup>	24,6 <sup>[1]</sup>
<b>Combustibili</b>																					
Consumi Prodotti Petroliiferi (olio e, etc.)	30,2 <sup>[12]</sup>	28,5 <sup>[1]</sup>	26,8 <sup>[1]</sup>	35,3 <sup>[1]</sup>	34,5 <sup>[1]</sup>	38,4 <sup>[1]</sup>	38,8 <sup>[12]</sup>	40,6 <sup>[1]</sup>	42,4 <sup>[1]</sup>	43,2 <sup>[12]</sup>	43,6 <sup>[1]</sup>	45,5 <sup>[1]</sup>	47,5 <sup>[1]</sup>	47,9 <sup>[1]</sup>	49,0 <sup>[1]</sup>	50,2 <sup>[1]</sup>	51,4 <sup>[1]</sup>	52,6 <sup>[1]</sup>	53,8 <sup>[1]</sup>	57,5 <sup>[1]</sup>	63,9 <sup>[1]</sup>
Consumi Combustibili Gassosi (gas n, etc.)	0,9 <sup>[12]</sup>	0,9 <sup>[1]</sup>	0,8 <sup>[1]</sup>	1,1 <sup>[1]</sup>	1,0 <sup>[1]</sup>	1,2 <sup>[1]</sup>	1,2 <sup>[12]</sup>	1,2 <sup>[1]</sup>	1,3 <sup>[1]</sup>	1,3 <sup>[12]</sup>	1,3 <sup>[1]</sup>	1,4 <sup>[1]</sup>	1,4 <sup>[1]</sup>	1,4 <sup>[1]</sup>	1,5 <sup>[1]</sup>	1,5 <sup>[1]</sup>	1,5 <sup>[1]</sup>	1,6 <sup>[1]</sup>	1,6 <sup>[1]</sup>	1,7 <sup>[1]</sup>	1,9 <sup>[1]</sup>
<b>Allevamento</b>																					
Allevamento Bovini	74,1 <sup>[23]</sup>	64,8 <sup>[1]</sup>	63,0 <sup>[1]</sup>	61,1 <sup>[1]</sup>	59,2 <sup>[1]</sup>	57,4 <sup>[1]</sup>	55,5 <sup>[23]</sup>	55,4 <sup>[1]</sup>	55,4 <sup>[1]</sup>	55,3 <sup>[1]</sup>	55,2 <sup>[1]</sup>	55,1 <sup>[23]</sup>	55,1 <sup>[1]</sup>	55,0 <sup>[1]</sup>	54,9 <sup>[1]</sup>	54,9 <sup>[1]</sup>	54,8 <sup>[1]</sup>	54,7 <sup>[1]</sup>	54,6 <sup>[1]</sup>	54,4 <sup>[1]</sup>	54,1 <sup>[1]</sup>
Allevamento Suini	13,2 <sup>[23]</sup>	12,1 <sup>[1]</sup>	11,8 <sup>[1]</sup>	11,6 <sup>[1]</sup>	11,4 <sup>[1]</sup>	11,1 <sup>[1]</sup>	10,9 <sup>[23]</sup>	11,0 <sup>[1]</sup>	11,1 <sup>[1]</sup>	11,1 <sup>[1]</sup>	11,2 <sup>[1]</sup>	11,3 <sup>[23]</sup>	11,3 <sup>[1]</sup>	11,4 <sup>[1]</sup>	11,5 <sup>[1]</sup>	11,5 <sup>[1]</sup>	11,6 <sup>[1]</sup>	11,7 <sup>[1]</sup>	11,7 <sup>[1]</sup>	11,9 <sup>[1]</sup>	12,3 <sup>[1]</sup>
<b>Totale</b>	132,6	119,5	114,6	125,2	120,6	124,5	120,0	124,9	127,4	127,8	129,5	131,8	134,6	135,0	136,6	138,2	139,9	141,5	143,2	148,2	156,8
<b>Interventi</b>																					
Benefici da Fotovoltaico															-0,3	-0,6	-1,2	-1,7	-2,3	-4,0	-6,9
Benefici da Micro-Eolico															-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,8	-1,3
<b>Totale</b>	132,6	119,5	114,6	125,2	120,6	124,5	120,0	124,9	127,4	127,8	129,5	131,8	134,6	135,0	136,2	137,5	138,4	139,4	140,3	143,3	148,5

[num] riferimento da bibliografia

[ - ] stima

[ - - ] nessuna fonte disponibile

Tab. 5.8 inventario emissioni climalteranti settore agricolo; in dettaglio i benefici ottenibili con gli interventi previsti dal Piano Energetico

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
Emissioni Pro Capite																					
Attività Settore Industriale	1,005	0,883	0,835	0,899	0,852	0,867	0,822	0,841	0,851	0,839	0,842	0,849	0,842	0,851	0,849	0,847	0,844	0,841	0,838	0,829	0,817

Tab. 5.9: inventario emissioni climalteranti settore pro capite da attività settore agricolo

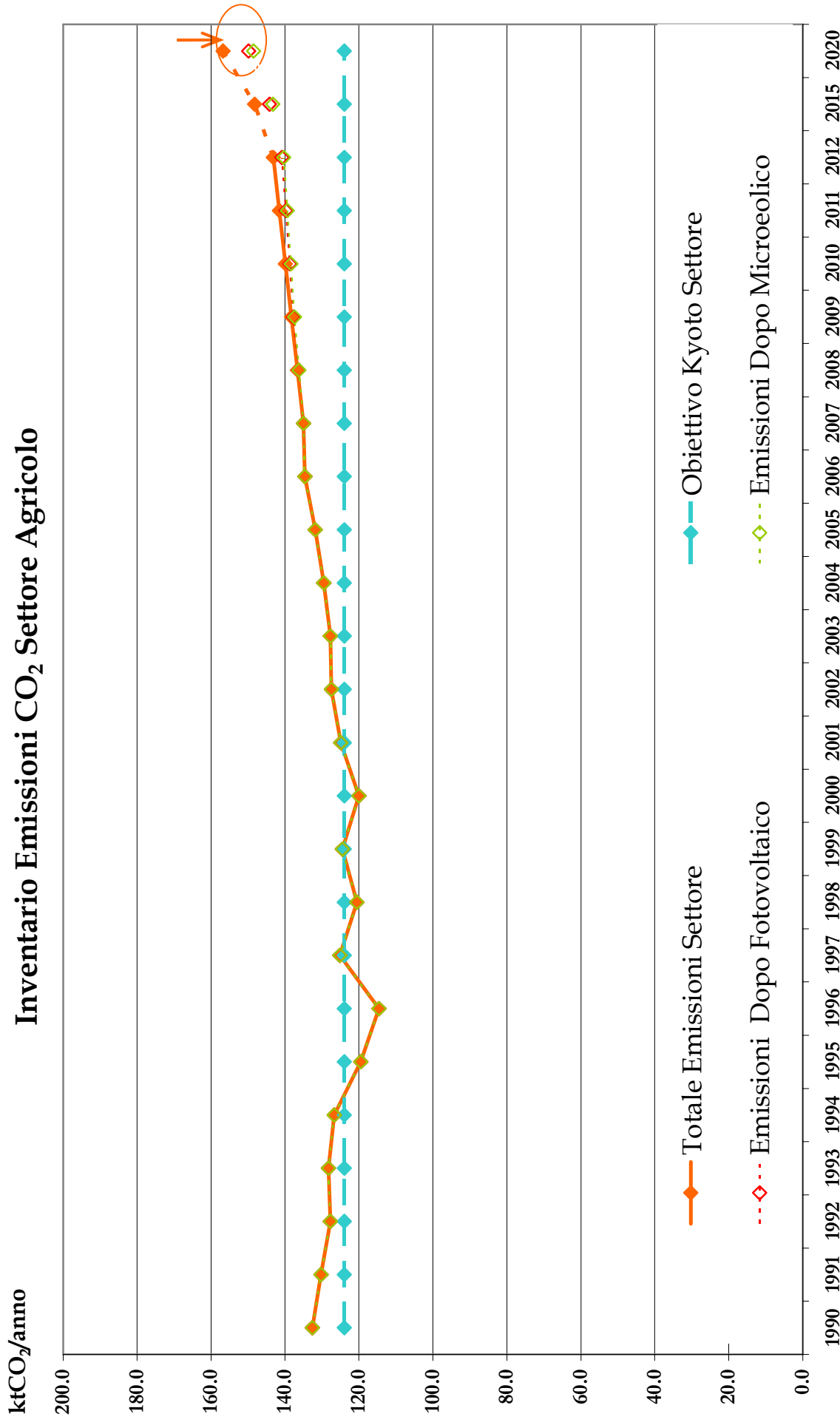


Fig. 5.4: il settore agricolo e le azioni del Piano Energetico

## 5.6 BIBLIOGRAFIA

[5.1] AUSL Reggio Emilia - Programma Attività Territoriali 2006

[5.2] Repubblica Italiana. Legge 11 marzo 2006, n. 81. "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 10 gennaio 2006, n. 2, recante interventi urgenti per i settori dell'agricoltura, dell'agroindustria, della pesca, nonché in materia di fiscalità d'impresa". Gazzetta Ufficiale n. 59 del 11 marzo 2006 - Supplemento Ordinario n. 58.

[5.3] CESI. Atlante Eolico Interattivo CESI (2008). Risorsa on-line. Gennaio 2008.

[5.4] Tavole Atlante Eolico CESI: risorsa eolica stimata (producibilità in ore equivalenti) calcolata a 50 m s.l.t.

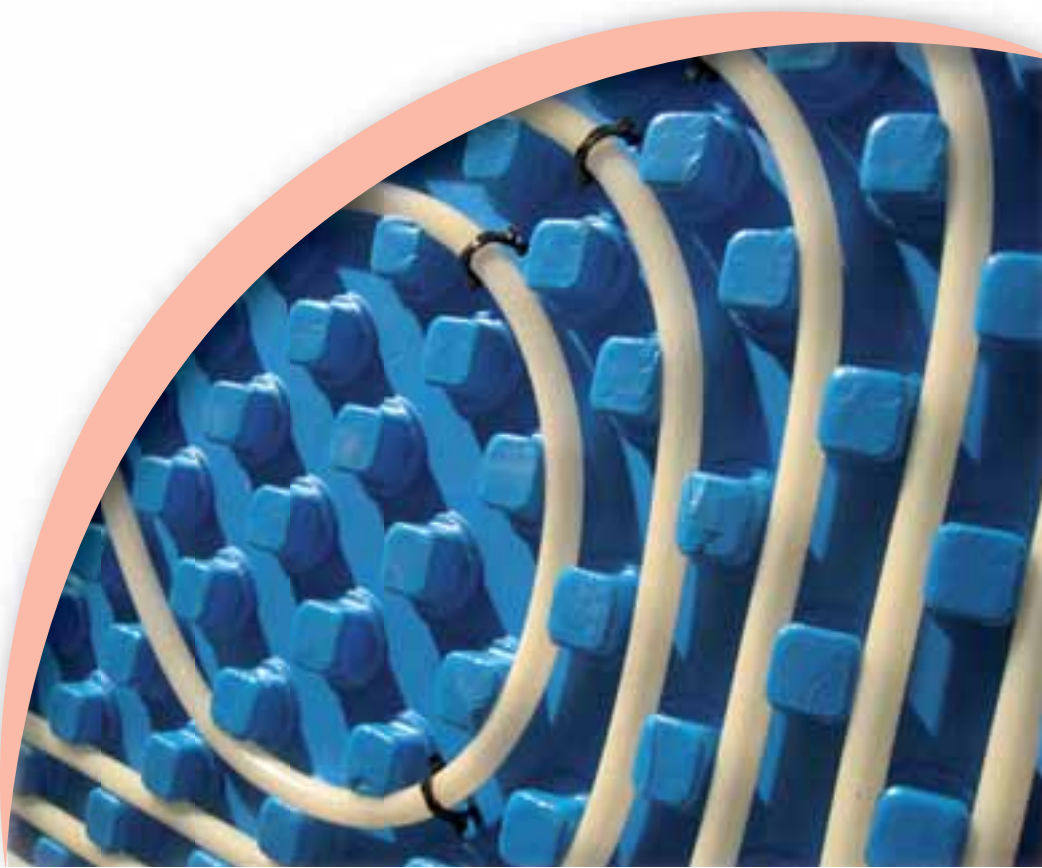
[5.5] CESI. Università di Genova. Dipartimento di Fisica. Ricerca di Sistema per il settore elettrico Progetto ENERIN. Atlante Eolico dell'Italia. Novembre 2002.





# 6

## Gli interventi nel settore della pubblica amministrazione





## 6.1 INTRODUZIONE

Il presente Capitolo è dedicato alle attività promosse dalla Pubblica Amministrazione Comunale: sebbene gli esiti di molte delle attività che saranno di seguito descritte siano già state analizzate e trattate in precedenza, si è voluto in ogni caso riepilogare le azioni già intraprese dal Comune e descrivere, al contempo, gli interventi *in fieri*, fornendo così una valutazione dei risultati già conseguiti e di quelli attesi.

Si è in particolare focalizzata l'attenzione sugli interventi di ottimizzazione e ammodernamento previsti per la rete della illuminazione pubblica, l'uso finale più energivoro tra quelli riconducibili alla Municipalità .

## 6.2 L'IMPEGNO DELLA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE NELLE BUONE PRATICHE ENERGETICHE

Reggio Emilia è, senza dubbio, una delle città più virtuose di Italia se si considera l'impegno profuso nel promuovere le buone pratiche finalizzate al rispetto dell'ambiente e alla sostenibilità.

La città può infatti vantare diversi primati:

\_ è la prima città d'Italia per il servizio di teleraffrescamento;

\_ è la terza città d'Italia per il servizio di teleriscaldamento;

\_ il Nuovo Regolamento Edilizio Comunale è stato insignito del premio Kyoto 2006: come miglior iniziativa nazionale per la qualità e l'innovazione delle Pubbliche Amministrazioni;

\_ il Comune di Reggio Emilia, insieme al Comune di Bagnolo in Piano, alla Provincia di Reggio Emilia, alla locale ACER (Acer - Azienda Casa Emilia Romagna Di Reggio Emilia), alla Università di Ferrara e alla Università di Modena e Reggio Emilia, hanno sviluppato il modello di certificazione ECOABITA, di cui si è già diffusamente trattato al Capitolo 3, considerato da molti ricercatori e cultori della materia uno tra i migliori standard di certificazione energetica degli edifici a livello nazionale;

\_ il Comune di Reggio Emilia, insieme agli altri Enti precedentemente citati, ha scelto di vagliare il Protocollo ECOABITA attraverso un *iter* di certificazione e di verifica qualitativa dedotto dagli standards dell'Ente di certificazione internazionale *Bureau Veritas*;

\_ il Comune di Reggio Emilia ha deliberato di cofinanziare un consistente numero di interventi di riqualificazione energetica degli edifici pubblicando un apposito bando;

\_ il Comune di Reggio Emilia può vantare la prima flotta di veicoli elettrici per trasporto pubblico d'Italia; in virtù di questo primato la Municipalità ha ricevuto il Premio IEA "Best Practice" nel 2005, e il Titolo di "Prima Città elettrica d'Europa " nel 2003;

\_ il Comune di Reggio Emilia ha istituito il protocollo BICIBUS che, ogni anno, accompagna a scuola, in totale sicurezza, un numero sempre crescente di bambini attraverso percorsi ciclabili sorvegliati;

\_ il Comune di Reggio Emilia ha realizzato un impianto fotovoltaico dimostrativo dotato di un sistema ad inseguimento innovativo, su una delle rotatorie della nuova viabilità cittadina ad alto scorrimento;

\_ è in definizione il progetto ZEEM per la mobilità sostenibile con la previsione di dotare la città di stazioni di riferimento fotovoltaiche per le autovetture elettriche;

\_ è in atto un *revamping* progressivo di tutto il parco impiantistico degli edifici della Pubblica Amministrazione Comunale, verso l'adozione di sistemi impiantistici ad alta efficienza quali caldaie a condensazione o il progressivo allacciamento alla rete di teleriscaldamento.

Anche per quanto riguarda l'impegno alla diffusione di buone comportamenti e all'educazione al rispetto dell'ambiente e all'efficienza energetica, l'impegno cittadino è del tutto considerevole. Il Premio Regionando 2006 ha recentemente valorizzato l'impegno promosso dal Centro Educazione Ambientale Comune di Reggio Emilia per la diffusione degli comportamenti virtuosi in ambito energetico.

### 6.3 GLI INTERVENTI PREVISTI NEL SETTORE

Tra le diverse azioni prima enunciate, si è scelto di focalizzare l'attenzione sugli interventi, previsti sulla rete di pubblica illuminazione. La domanda energetica associata a questo uso finale ha peraltro recentemente manifestato un significativo incremento che si spiega soltanto considerando la crescente ramificazione delle infrastrutture viarie. Dalla disaggregazione della domanda, in relazione agli usi finali, sviluppata nel Capitolo 2, emerge infatti con chiarezza che, nonostante la progressiva riduzione dei consumi già in atto per quanto riguarda tutti gli altri usi finali, si osserva un incremento degli stessi consumi per quanto concerne l'energia elettrica sia negli usi diversi sia nella pubblica illuminazione.

Soprattutto quest'ultima ha mostrato un *trend* in nettissima crescita, che, essendo senza dubbio associato alla forte espansione della città, non può verosimilmente proseguire ancora per molti anni. Nelle analisi si è così ipotizzato che dal 2010, l'ampliamento cittadino e, con esso, l'espansione delle infrastrutture viarie e l'illuminazione pubblica ad esse asservita, possa raggiungere una situazione di stazionarietà. In linea con questa ipotesi, come del resto si è già ipotizzato nel Capitolo 2, in assenza di interventi, dal 2010 in poi la domanda di energia elettrica per la pubblica illuminazione si manterrà sostanzialmente costante.

Ad oggi, numerosi interventi sono stati posti in essere sulla rete e molti altri sono stati programmati con precisione.

Il Comune, di concerto con una ESCO, vincitrice di un apposito bando istituito per la fornitura di questi servizi, ha così già posto in essere tutta una serie di azioni finalizzate alla efficienza energetica della pubblica illuminazione.

Le azioni previste sono individuate nell'ambito di due direttrici principali di intervento:

- 1) l'attuazione di interventi di ottimizzazione e regolazione sulla rete;
- 2) l'adozione di lampade ad alta efficienza energetica.

Per quanto riguarda il primo ambito di intervento, alla fine del 2008 sarà completato un programma di ammodernamento sul 50 % della rete. Si prevede che le azioni possano consentire diminuzioni dei consumi intorno al 25% sulla rete interessata. Nel 2008 e nel 2009 è in programma il completamento di questa azione che alla fine vedrà l'ottimizzazione del 90 % attraverso *steps* successivi del 20 % della rete ogni anno.

La seconda azione prevede invece la progressiva sostituzione delle lampade obsolete con nuovi corpi illuminanti ad alta efficienza energetica. Questa operazione consentirà mediamente di risparmiare circa il 27 % dell'energia elettrica per ogni lampada sostituita, a parità di servizio reso.

Anche in questo caso sono state programmate due diverse fasi attuative: la prima che si concluderà a fine 2008, prevede l'installazione di lampade ad alta efficienza energetica a copertura del 10 % della rete totale. Nella seconda fase, in calendario nel 2009 e nel 2010, è prevista una ulteriore sostituzione del 40 % (20 % ogni anno) dei corpi illuminanti del parco di illuminazione pubblica, sempre con sistemi ad alta efficienza energetica.

### 6.3.1 GLI INTERVENTI SULLA ILLUMINAZIONE PUBBLICA: I RISULTATI

### 6.3.2 GLI INTERVENTI SULLA ILLUMINAZIONE PUBBLICA: I BENEFICI ENERGETICI

I benefici energetici degli interventi sulla pubblica illuminazione sono stati ovviamente determinati nei termini di mancati consumi di energia elettrica. La stessa elettricità, secondo la consueta ipotesi, sarebbe stata altrimenti prodotta con le altre tecnologie di *benchmark* disponibili, in particolare con una centrale termoelettrica a ciclo Rankine, alimentata ad olio combustibile.

Il decremento della domanda di energia primaria fossile, correlato ai minori consumi di energia elettrica consentiti dalla attuazione degli interventi di ammodernamento della rete di illuminazione pubblica prima descritti, è stato stimato a partire dalla seguente equazione di bilancio:

$$E_{pill} = \frac{E_{ill}}{\eta_{ES}}$$

dove:

–  $E_{pill}$  è l'energia primaria fossile risparmiata grazie alla attuazione degli interventi di ammodernamento sulla rete di illuminazione pubblica

–  $E_{ill}$  è la diminuzione della domanda di energia elettrica consentita dall'attuazione degli interventi di ammodernamento sulla rete di illuminazione pubblica

–  $\eta_{ES} = 0,400$  è il rendimento elettrico medio della tecnologia di *benchmark*, normalmente coincidente con il rendimento medio caratterizzante il parco termoelettrico nazionale in cui, in questo caso, sono stati detratte, in via cautelativa, le dissipazioni per trasmissione e trasformazione, giungendo a un valore del 40 % anche in linea con quanto previsto dalla Delibera della Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG) n. 296/05.

Dall'equazione di bilancio, possono essere così calcolati i seguenti benefici energetici:

### OTTIMIZZAZIONE E REGOLAZIONE RETE ILLUMINAZIONE PUBBLICA

a regime, dall'annata 2010 in poi,

- 28,511 GWh<sub>p</sub> annui.

che, aggregati nel corso delle annate, porgono la seguente tabella:

<b>Intervento</b>	<b>2008</b> (GWh)	<b>2010</b> (GWh)	<b>2011</b> (GWh)	<b>2012</b> (GWh)	<b>2015</b> (GWh)	<b>2020</b> (GWh)
Benefici da Regol. Illum. Rete P.I.	-15.47	-28.51	-28.51	-28.51	-28.51	-28.51

Tab. 6.1 benefici in termini di diminuzione della domanda di energia primaria fossile da operazioni di ottimizzazione e regolazione rete illuminazione pubblica

#### CORPI ILLUMINANTI ALTA EFFICIENZA RETE ILLUMINAZIONE PUBBLICA

a regime, dall'annata 2010 in poi,

- 7,484 GWh<sub>p</sub> annui.

che, aggregati nel corso delle annate, porgono la seguente tabella:

<b>Intervento</b>	<b>2008</b> (GWh)	<b>2010</b> (GWh)	<b>2011</b> (GWh)	<b>2012</b> (GWh)	<b>2015</b> (GWh)	<b>2020</b> (GWh)
Benefici da Lampade Alta Eff. Rete P.I.	-2.30	-7.48	-7.48	-7.48	-7.48	-7.48

Tab. 6.2 benefici in termini di diminuzione della domanda di energia primaria fossile da installazione di corpi illuminanti ad alta efficienza energetica nella rete di illuminazione pubblica

#### 6.3.2 GLI INTERVENTI SULLA ILLUMINAZIONE PUBBLICA: I BENEFICI AMBIENTALI

Per la valutazione dei benefici ambientali, in termini di emissioni evitate, si è fatto riferimento ai fattori di emissione specifica forniti dall'istituto ETH Zurich, Institut fur Verfahrens und Kaltetechnik (IVUK).

Utilizzando questi fattori di conversione, si è potuto correlare le emissioni evitate con i decrementi della domanda di energia elettrica progressivamente ottenuti con la attuazione di interventi sulla rete della pubblica illuminazione.

In questo caso i valori da considerare per la valutazione delle emissioni specifiche evitate risultano essere:

766,8 gCO<sub>2</sub>/kWh<sub>e</sub>  
1,699 gNO<sub>x</sub>/kWh<sub>e</sub>

i benefici ambientali possono essere così quantificati:

#### EMISSIONI CLIMALTERANTI

#### OTTIMIZZAZIONE E REGOLAZIONE RETE ILLUMINAZIONE PUBBLICA

a regime, dall'annata 2010 in poi,

- 3,383 ktCO<sub>2</sub> annui.

che, aggregate, porgono, negli anni, la seguente tabella:

<b>Intervento</b>	<b>2008</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2010</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2011</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2012</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2015</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2020</b> [ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Regol. Illum. Rete P.I.	-3.304	-3.383	-3.383	-3.383	-3.383	-3.383

Tab. 6.3 benefici in termini di diminuzione delle emissioni climalteranti a operazioni di ottimizzazione e regolazione rete illuminazione pubblica

#### CORPI ILLUMINANTI ALTA EFFICIENZA RETE ILLUMINAZIONE PUBBLICA

a regime, dall'annata 2010 in poi, - 0,639 ktCO<sub>2</sub> annui.

che, aggregati nel corso delle annate, porgono la seguente tabella:

<b>Intervento</b>	<b>2008</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2010</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2011</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2012</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2015</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2020</b> [ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Lampade Alta Eff. Rete P.I.	-0.624	-0.639	-0.639	-0.639	-0.639	-0.639

Tab. 6.4 benefici in termini di diminuzione della domanda di energia primaria fossile da installazione di corpi illuminanti ad alta efficienza energetica nella rete di illuminazione pubblica

#### EMISSIONI INQUINANTI

##### OTTIMIZZAZIONE E REGOLAZIONE RETE ILLUMINAZIONE PUBBLICA

a regime, dall'annata 2010 in poi, - 19381 kg<sub>NOx</sub> annui.

##### CORPI ILLUMINANTI ALTA EFFICIENZA RETE ILLUMINAZIONE PUBBLICA

a regime, dall'annata 2010 in poi, - 9012 kg<sub>NOx</sub> annui.



## 6.4 CONCLUSIONI

Il capitolo descrive le attività poste in essere dalla Pubblica Amministrazione del Comune di Reggio Emilia in tema di efficienza energetica, sostenibilità e rispetto dell'ambiente. Le molteplici azioni programmate hanno già riscosso diversi riconoscimenti a livello nazionale e europeo testimoniando come la città di Reggio Emilia possa essere a buona ragione considerata tra le Municipalità più attive in questi settori.

L'Amministrazione ha inoltre profuso grandi sforzi in campagne di sensibilizzazione alle tematiche del risparmio energetico, della mobilità sostenibile, della raccolta differenziata.

Tra le diverse direttrici di intervento descritte in questo capitolo, sono stati indagati i benefici attesi dalle operazioni di ottimizzazione e regolazione della rete della illuminazione pubblica, al cui uso finale è possibile attribuire la maggior quota parte della domanda energetica (e quindi delle emissioni) associabile alle attività Comunali.

Le azioni previste sono state così delineate sulla base delle seguenti direttrici:

- \_ ottimizzazione e regolazione della rete di illuminazione pubblica;
- \_ progressiva sostituzione di corpi illuminanti divenuti obsoleti o guasti con lampade ad alta efficienza energetica.

Per ciascuna delle azioni proposte, sono stati determinati i minori consumi in termini di energia primaria fossile e le emissioni climalteranti e inquinanti evitate.

I risultati che si potranno complessivamente ottenere dalla attuazione delle suddette linee di intervento, sono presentati nelle tabelle 6.5 e 6.6. Le tabelle, in particolare, mostrano l'evoluzione temporale della domanda energetica e del quadro emissivo (anidride carbonica) del settore prima e dopo gli interventi previsti.

La figura 6.1 evidenzia il consistente *shift* verso il basso delle emissioni climalteranti che si prevede di conseguire una volta attuati tutti gli interventi programmati sulla rete.

Emerge tuttavia dal grafico che le azioni previste, non sarebbero sufficienti a garantire il raggiungimento degli obiettivi di Kyoto per quanto concerne le emissioni, determinate a livello integrale su scala comunale. Occorre però ancora una volta considerare la significativa espansione cittadina dell'ultimo decennio e, con essa, l'ampliamento di servizi imprescindibili come quello della illuminazione pubblica a servizio della rete viaria..

Infine considerando come negli altri settori il *carbon footprint* pro-capite, la quota parte delle emissioni di anidride carbonica associate agli usi finali del settore Pubblica Amministrazione riferibili ad ogni singolo cittadino, si osserva (Tab. 6.7) che, una volta scontato l'aumento della popolazione comunale (e con essa, evidentemente, l'ampliamento cittadino), l'evoluzione storica del dato mostra una costante e significativa decrescita dal valore attuale di 0,350 tonnellate di anidride carbonica per cittadino (2007), al valore di 0,319 tonnellate pro-capite nel 2020, molto al di sotto dalle riduzioni calcolate imponendo i vincoli di Kyoto.

**Domanda Energetica Settore Pubblica Amministrazione - Comune di Reggio Emilia**

**Combustibili  
(Riscaldamento e Autotrazione)**

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Gasolio	16,4 [-]	6,1 [H]	7,8 [H]	7,8 [H]	4,0 [H]	3,8 [H]	2,8 [H]	3,0 [H]	2,6 [H]	2,1 [H]	1,6 [H]	2,3 [H]	1,6 [H]	1,4 [-]	1,2 [-]	1,0 [-]	0,8 [-]	0,6 [-]	0,4 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]
Kerosene	0,1 [-]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]
G.P.L.	0,0 [-]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,2 [H]	0,1 [H]	0,5 [H]	0,5 [H]	0,6 [H]	0,5 [-]	0,6 [-]	0,6 [-]	0,7 [-]	0,7 [-]	0,8 [-]	0,8 [-]	1,0 [-]	1,2 [-]
Gas metano	38,0 [-]	26,3 [H]	15,9 [H]	17,4 [H]	16,2 [H]	15,8 [H]	16,4 [H]	15,8 [H]	10,9 [H]	15,0 [H]	15,3 [H]	14,9 [H]	14,3 [-]	14,1 [-]	14,0 [-]	13,9 [-]	13,7 [-]	13,6 [-]	13,5 [-]	13,1 [-]	12,4 [-]
Benzine super e verde	1,3 [-]	1,3 [H]	1,4 [H]	1,5 [H]	1,5 [H]	1,2 [H]	1,0 [H]	0,9 [H]	0,9 [H]	0,9 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]
Gasolio autotrazione	1,0 [-]	1,2 [H]	0,9 [H]	0,9 [H]	0,9 [H]	0,5 [H]	0,4 [H]	0,4 [H]	0,4 [H]	0,4 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]
Miscela	0,0 [-]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]
Mezzi a noleggio	0,0 [-]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]
Ap. trasporti	0,0 [-]	0,5 [H]	0,5 [H]	0,5 [H]	0,2 [H]	0,1 [H]	0,2 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]
Mezzi privati	0,2 [-]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]
Mezzi in leasing	1,1 [-]	0,7 [H]	0,7 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]	0,0 [-]
<b>Energia Elettrica</b>	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)

Consumi vari	24,5 [-]	21,1 [H]	24,5 [H]	24,1 [H]	26,9 [H]	25,5 [H]	26,5 [H]	26,1 [H]	29,3 [H]	27,5 [H]	30,5 [H]	26,2 [H]	29,7 [-]	30,3 [-]	30,9 [-]	31,5 [-]	32,1 [-]	32,7 [-]	33,3 [-]	35,1 [-]	38,0 [-]
Consumi veicoli elettrici	0,0 [-]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,0 [H]	0,1 [H]	0,1 [H]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]	0,1 [-]
Pubblica illuminazione	30,0 [-]	34,8 [H]	36,8 [H]	36,7 [H]	38,5 [H]	37,3 [H]	39,5 [H]	39,5 [H]	39,4 [H]	41,4 [H]	48,2 [H]	48,2 [H]	47,1 [-]	48,3 [-]	49,5 [-]	50,7 [-]	50,7 [-]	50,7 [-]	50,7 [-]	50,7 [-]	50,7 [-]

**Energia da Fluidi Termovettori**

Tele riscaldamento

	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
	19,5 [-]	17,8 [H]	19,8 [H]	25,1 [H]	30,7 [H]	34,4 [H]	33,7 [H]	36,5 [H]	35,4 [H]	47,6 [H]	41,2 [H]	41,8 [H]	48,6 [-]	51,2 [-]	53,8 [-]	56,4 [-]	59,0 [-]	59,0 [-]	59,0 [-]	59,0 [-]	59,0 [-]
<b>Totale *</b>	213,8	194,2	200,5	205,6	216,9	212,7	219,4	220,7	222,2	239,0	255,8	245,7	257,5	264,2	271,0	277,7	281,5	282,6	283,8	287,6	294,6
<b>Interventi</b>	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)

Benefici da Regol. Illum. Rete P.I.

Benefici da Lampade Alta Eff. Rete P.I.

	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
	213,8	194,2	200,5	205,6	216,9	212,7	219,4	220,7	222,2	239,0	255,8	245,7	257,5	264,2	253,2	249,7	245,5	246,7	247,8	251,7	258,6
<b>Totale *</b>	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)

[sum] riferimento da bibliografia

[-] stima

[...] nessuna fonte disponibile

\* nella valutazione della energia primaria associata ai consumi elettrici si è fatto riferimento ad un rendimento elettrico medio del 40% come da AEEG delibera n. 296/05

**Tab. 6.5: bilancio energetico settore Pubblica Amministrazione; in dettaglio i benefici ottenibili con gli interventi previsti dal Piano Energetico**

**Combustibili  
(Riscaldamento e Autotrazione)**

[num] riferimento da bibliografia  
[ - ] stima  
[ - - ] nessuna fonte disponibile

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
Emissioni Pro Capite																					
Attività Settore Industriale																					
[tCO <sub>2</sub> ] [tCO <sub>2</sub> ]	0.348	0.305	0.312	0.315	0.325	0.313	0.317	0.314	0.314	0.331	0.351	0.334	0.339	0.350	0.331	0.335	0.336	0.334	0.332	0.325	0.319

182

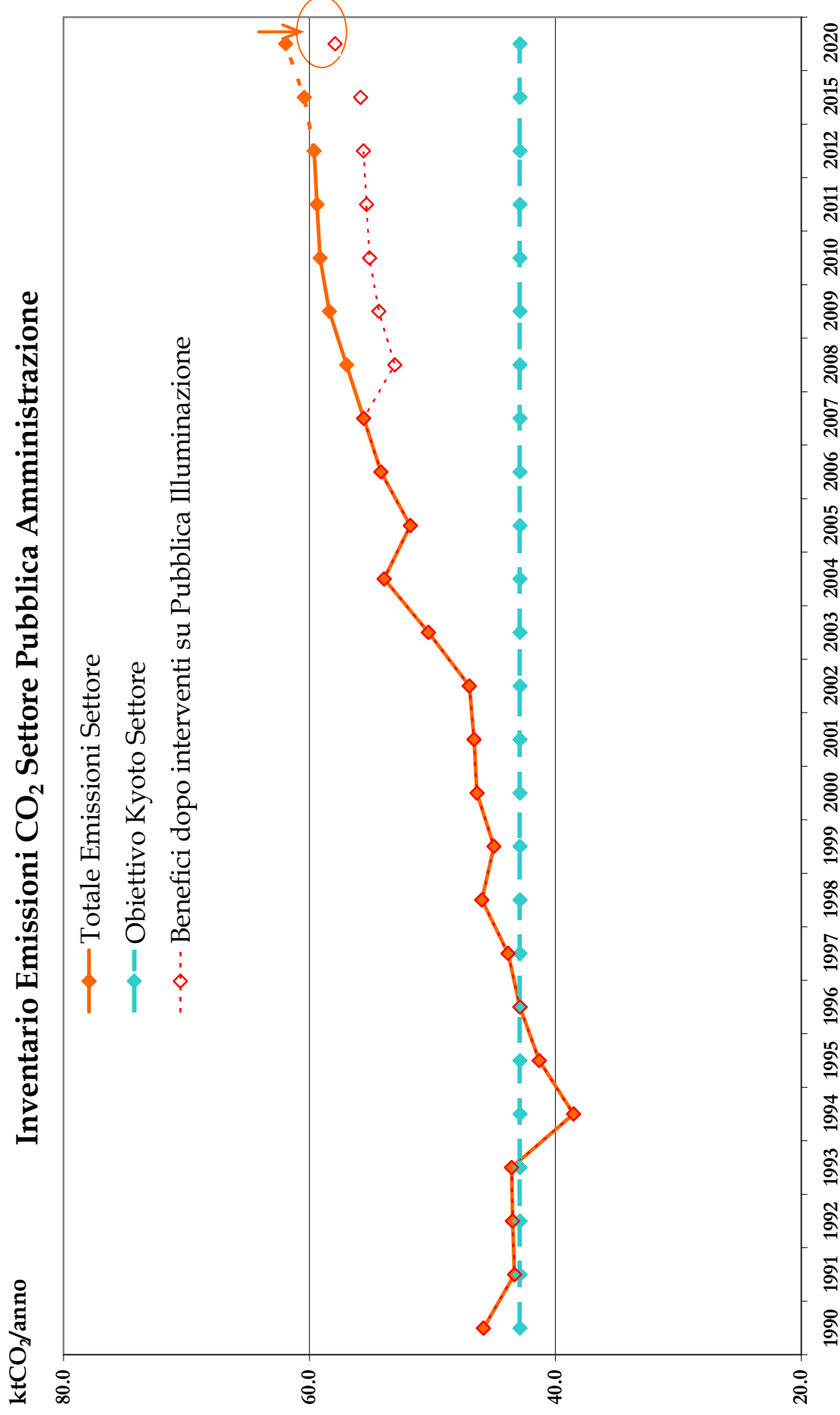


Fig. 6.1: il settore della Pubblica Amministrazione e le azioni del Piano Energetico



# 7

## Gli interventi nel settore dei trasporti





## **7.1 INTRODUZIONE**

Il settore dei trasporti costituisce la problematicità più evidente nello scenario reggiano. Il considerevole aumento della popolazione, registrato negli ultimi anni, non ha sicuramente giovato ad un settore che manifestava già evidenti criticità.

Recentemente la Pubblica Amministrazione ha concluso un percorso di studio e ricerca pluriennale arrivando alla definizione di un Piano Urbano della Mobilità [7.1] che, una volta attuato, dovrebbe portare notevoli benefici attraverso una sostanziale ottimizzazione dei flussi veicolari.

Questo percorso, iniziato peraltro diversi anni fa, con la creazione delle numerose rotatorie che hanno reso più fluido il traffico sia in prossimità del centro cittadino, sia lungo le principali infrastrutture viarie, confermerà Reggio Emilia come città modello all'avanguardia nella mobilità sostenibile.

## **7.2 GLI INTERVENTI PREVISTI NEL SETTORE**

Il Piano Energetico, oltre a recepire nella sua integrità il già citato Piano Urbano della Mobilità, estende in questa sede le analisi anche ai benefici scaturenti dalla applicazione della Legge 11 marzo 2006, n. 81 sui biocarburanti [7.3].



### 7.3 LE NUOVE NORMATIVE SUI BIOFUELS, LA LEGGE n° 81, 11 MARZO 2006, SUI BIOCOMBUSTIBILI

La legge n° 81, del 11 marzo 2006, ha imposto che i diversi carburanti debbano essere miscelati con biocombustibili in percentuali crescenti dall'uno per cento fino al raggiungimento di una percentuale del cinque per cento al 2010.

La legge, infatti, all'articolo 2 *quater* recita:

(Interventi nel settore agro-energetico).

comma 1: per il conseguimento degli obiettivi di cui all'articolo 3 del decreto legislativo 30 maggio 2005, n. 128, e per favorire lo sviluppo della filiera agro-energetica, e' incentivata la produzione e la commercializzazione di bio-etanolo, per un periodo di sei anni a partire dal primo gennaio 2008;

comma 2: dal 1° luglio 2006 i produttori di carburanti diesel e di benzina sono obbligati ad immettere al consumo biocarburanti di origine agricola oggetto di un'intesa di filiera, o di un contratto quadro, o di un contratto di programma agro-energetico, stipulati ai sensi del presente articolo, in misura pari all' 1 per cento dei carburanti diesel e della benzina immessi al consumo nell'anno precedente. Tale percentuale, espressa in potere calorifico inferiore, e' incrementata di un punto per ogni anno, fino al 2010.

Gli effetti di questa disposizione normativa risultano essere estremamente significativi per i benefici indotti sul bilancio energetico e sul quadro emissivo.

Le crescenti quote di biocombustibili sottraggono infatti corrispondenti quantità dalla fabbisogno di combustibile fossile associato alla stessa domanda energetica, nonché dalle emissioni climalteranti e inquinanti, essendo i biocombustibili fonti energetiche rinnovabili caratterizzate da impatto ambientale nullo secondo quanto previsto dagli elaborati UNFCCC [7.4].

Le tabelle 7.1 e 7.2 porgono i benefici, su scala locale, in termini di minore domanda di energia fossile e di riduzioni delle emissioni climalteranti ipotizzabili da una applicazione integrale della normativa.

Sebbene gli effetti del dispositivo normativo siano quindi del tutto significativi, essi esauriranno il loro *trend* di crescita virtuoso nel 2010, al termine del periodo quinquennale interessato dalla legge, mantenendosi poi stazionari.

Da quel momento, se il settore dovesse purtroppo confermare la tendenza ininterrotta alla crescita, i benefici scaturenti dalla legge sui biocarburanti potranno crescere, eventualmente, soltanto in valore assoluto, ma non in percentuale, a meno che la quota del cinque per cento non sia ulteriormente incrementata da precise norma di legge.

	2008	2010	2011	2012	2015	2020
Intervento	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Benefici legge n°81/2006 sui biocarbur.	-58	-102	-104	-106	-112	-123

Tab. 7.1 benefici in termini di diminuzione della domanda di energia primaria fossile da applicazione dispositivi di legge n° 81, 11 marzo 2006, sui biocombustibili

<b>Intervento</b>	<b>2008</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2010</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2011</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2012</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2015</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2020</b> [ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici legge n°81/2006 sui biocarbur.	-13	-23	-24	-24	-26	-28

Tab. 7.2. benefici in termini di diminuzione delle emissioni climalteranti da applicazione dispositivi di legge n° 81, 11 marzo 2006, sui biocombustibili

L'incertezza dei dati disponibili non ha consentito una stima accurata dei benefici con riferimento al quadro delle emissioni inquinanti.

## 7.4 CONCLUSIONI

La mobilità costituisce un macrosettore in cui il successo di ogni intervento è reso sempre difficile dalle molteplicità di variabili che condizionano il “sistema traffico”. La Pianura Padana, in particolare, esalta questa criticità per effetto della scarsa dinamica atmosferica che impedisce, nel breve periodo, sostanziali rinnovi dell’aria, pregiudicandone la qualità.

Il territorio del Comune di Reggio Emilia, sfortunatamente, non si sottrae a questa regola. Nonostante gli importanti interventi programmati e attuati in questi anni, come l’infrastrutturazione di assi viari a rapido scorrimento a coronamento dell’anello tangenziale cittadino, o la realizzazione di rotatorie per favorire un fluido scorrimento veicolare in prossimità dei nodi più congestionati, la situazione generale continua infatti a manifestare severe criticità.

L’aumento della popolazione comunale non ha che peggiorato un bilancio energetico e un quadro emissivo che già evidenziavano diversi limiti.

Indipendentemente dalle azioni promosse dal Piano Urbano della Mobilità, interamente recepito dal Piano Energetico, in questo capitolo sono stati determinati i benefici energetici e ambientali già generati e/o attesi da azioni promosse a diversi livelli, da quello locale a quello nazionale, con particolare riferimento alla legge n. 81, 11 marzo 2006 sui biocombustibili.

Le tabelle 7.4 e 7.5 mostrano rispettivamente l’evoluzione della domanda energetica e del quadro emissivo, con riferimento alle emissioni climalteranti, fino al 2020.

Dall’esame dei grafici si possono evincere chiaramente i benefici connessi alla applicazione della legge che ha consentito di ottenere un vero e proprio *shift* vero al ribasso della curva raffigurante l’evoluzione storica delle emissioni climalteranti (fig. 7.1).

Sfortunatamente, l’analisi del *carbon footprint*, già definito nei precedenti capitoli, non consente in questo settore le stesse ottimistiche previsioni (Tab 7.6).

**Domanda Energetica Settore Trasporti**

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
<b>Energia Elettrica</b>																					
Auto Elettriche	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]
<b>Combustibili</b>																					
Autoveicoli	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]
Autocarri	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]
Autobus	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]
Veicoli da Provincia	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]
Autostrada	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]
<b>Ferrovia</b>																					
Ferrovie Nazionali	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]
Ferrovie Locali	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]
<b>Totale *</b>	(GWh) 1217.1	(GWh) 1284.7	(GWh) 1317.1	(GWh) 1435.3	(GWh) 1471.6	(GWh) 1529.0	(GWh) 1568.0	(GWh) 1668.7	(GWh) 1686.1	(GWh) 1713.6	(GWh) 1736.0	(GWh) 1758.4	(GWh) 1816.4	(GWh) 1874.5	(GWh) 1932.8	(GWh) 1991.1	(GWh) 2049.6	(GWh) 2087.5	(GWh) 2126.1	(GWh) 2246.2	(GWh) 2461.7
<b>Interventi</b>	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]
Benefici legge n°81/2006 sui biocarbur.	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]	(GWh) [ - ]
<b>Totale *</b>	(GWh) 1217.1	(GWh) 1284.7	(GWh) 1317.1	(GWh) 1435.3	(GWh) 1471.6	(GWh) 1529.0	(GWh) 1568.0	(GWh) 1668.7	(GWh) 1686.1	(GWh) 1713.6	(GWh) 1736.0	(GWh) 1758.4	(GWh) 1798.2	(GWh) 1837.0	(GWh) 1874.8	(GWh) 1911.5	(GWh) 1947.1	(GWh) 1983.1	(GWh) 2019.8	(GWh) 2133.9	(GWh) 2338.6

[aun] riferimento da bibliografia

[ - ] stima

[ - ] nessuna fonte disponibile

\* nella valutazione della energia primaria associata ai consumi elettrici si è fatto riferimento ad un rendimento elettrico medio del 40% come da AEEG Delibera n. 296/05

Tab. 7.3: bilancio energetico settore Trasporti; in dettaglio i benefici ottenibili con gli interventi previsti dal Piano Energetico

Emissioni Climalteranti [CO<sub>2</sub>]**Energia Elettrica**

## Auto Elettriche

**Combustibili**

## Autovetture

## Autocarri

## Autobus

## Veicoli da Provincia

## Autostrada

**Ferrovia**

## Ferrovie Nazionali

## Ferrovie Locali

**Totale****Interventi**

Benefici legge n°81/2006 sui biocarbur.

**Totale**

[num] riferimento da bibliografia

[-] stima

[- -] nessuna fonte disponibile

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]
	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]
	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]
	186,6	196,9	201,9	220,0	225,6	234,4	240,3	255,8	258,4	262,7	266,1	269,5	278,4	287,3	296,3	305,2	314,2	320,0	325,9	344,3	377,3
	[27,4]	[28,9]	[29,7]	[32,3]	[33,2]	[34,4]	[35,3]	[37,6]	[38,0]	[38,6]	[39,1]	[39,6]	[40,9]	[42,2]	[43,5]	[44,9]	[46,2]	[47,0]	[47,9]	[50,6]	[55,5]
	2,2	2,4	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,5	3,6	3,7	3,7	3,8	3,9	4,1	4,5
	[10,7]	[11,3]	[11,6]	[12,7]	[13,0]	[13,5]	[13,8]	[14,7]	[14,9]	[15,1]	[15,3]	[15,5]	[16,0]	[16,5]	[17,0]	[17,6]	[18,1]	[18,4]	[18,8]	[19,8]	[21,7]
	50,1	52,9	54,2	59,1	60,6	62,9	64,6	68,7	69,4	70,5	71,5	72,4	74,8	77,2	79,6	82,0	84,4	85,9	87,5	92,5	101,3
	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]
	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2
	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]
	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]
	277,6	293,1	300,4	327,4	335,7	348,8	357,7	380,6	384,6	390,9	396,0	401,1	414,3	427,6	440,9	454,2	467,5	476,2	485,0	512,4	561,6
	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]
	4,1												-4,1	-8,5	-13,2	-18,1	-23,3	-23,8	-24,2	-25,6	-28,0
	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]
	277,6	293,1	300,4	327,4	335,7	348,8	357,7	380,6	384,6	390,9	396,0	401,1	410,2	419,1	427,7	436,1	444,2	452,4	460,8	486,8	533,5

Tab. 7.4 inventario emissioni climalteranti settore Trasporti; in dettaglio i benefici ottenibili con gli interventi previsti dal Piano Energetico

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]
	2,105	2,164	2,189	2,352	2,373	2,428	2,448	2,563	2,567	2,568	2,576	2,585	2,567	2,640	2,665	2,687	2,708	2,729	2,750	2,765	2,936

## Emissioni Pro Capite

## Attività Settore Industriale

Tab. 7.5: inventario emissioni climalteranti pro capite da attività settore Trasporti

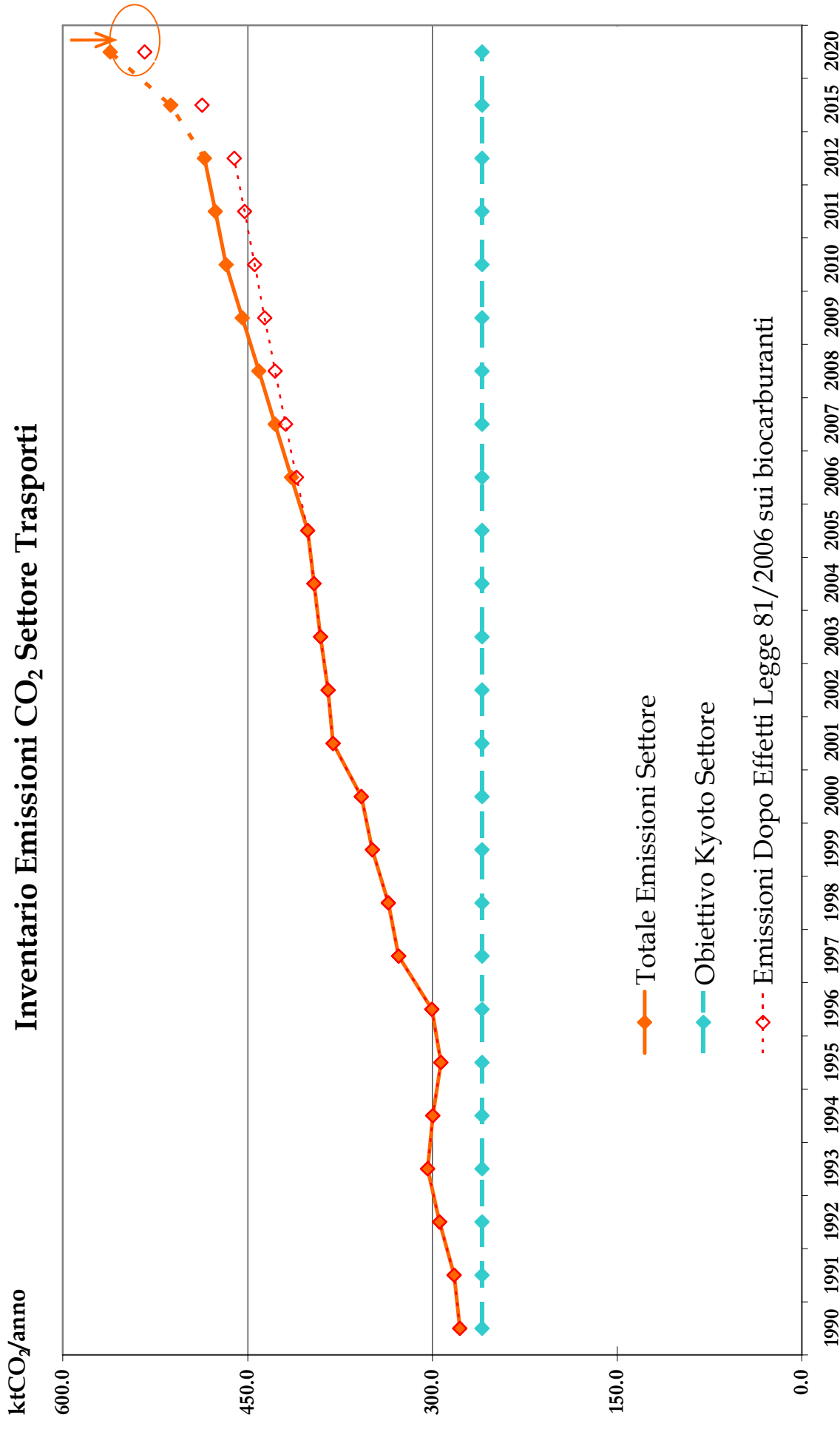


Fig. 7.1: il settore Trasporti e le azioni del Piano Energetico



## 7.5 BIBLIOGRAFIA

[7.1] Comune di Reggio Emilia – Piano Urbano della Mobilità e Allegati. 2007.

[7.2] TIL, Comune di Reggio Emilia, Università di Modena e Reggio Emilia – Progetto ZEEM

[7.3] Repubblica Italiana. Legge 11 marzo 2006, n. 81. "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 10 gennaio 2006, n. 2, recante interventi urgenti per i settori dell'agricoltura, dell'agroindustria, della pesca, nonché in materia di fiscalità d'impresa". Gazzetta Ufficiale n. 59 del 11 marzo 2006 - Supplemento Ordinario n. 58..

[7.4] Direttiva 2004-156-CE 1 gennaio 2005-31 dicembre 2005. Allegato A. Coefficienti utilizzati per l'inventario delle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'inventario nazionale UNFCCC (media dei valori degli anni 2000-2003). 2004.





# 8

## Conclusioni





## 8.1 CONCLUSIONI

Il quadro generale che emerge dalla sintesi dei diversi interventi proposti e descritti nei precedenti capitoli è del tutto interlocutorio: da una parte vi sono innegabili gli innegabili benefici energetici ed ambientali che potrebbero essere ottenuti attuando gli interventi proposti, dall'altra emerge chiaramente la difficoltà di attuazione di queste azioni in relazione agli elevati costi e ad una fattibilità finanziaria strettamente collegata con il persistere delle politiche incentivanti.

Un'altra considerazione, tutt'altro che incoraggiante, sta nel fatto che, indipendentemente dalle grandi risorse che potrebbero essere messe in gioco, nella migliore delle ipotesi, i risultati attesi non potrebbero che stabilizzare la situazione complessiva. La fortissima crescita demografica che si è verificata nel Comune di Reggio Emilia dal 1990 ad oggi, ha infatti portato la popolazione residente da circa 130000 unità nel 1990 a quasi 160000 nel 2006, con un incremento di oltre il 21 %. I nuovi cittadini hanno evidentemente le stesse necessità dei vecchi e condividono con essi il loro impatto in termini di domanda e di emissioni. Il desiderio di rispettare i vincoli imposti da Kyoto, attuando politiche finalizzate alla riduzione delle emissioni climalteranti in tutti i macrosettori, e di soddisfare, contemporaneamente la domanda di energia di trentamila nuovi cittadini, appaiono istanze difficilmente conciliabili.

A peggiorare questa situazione già critica è il cambiamento delle abitudini di cittadini che sia per azioni dirette, che per contingenze indirette, sono diventati molto più energivori. La diffusione di impianti per la climatizzazione estiva, il diffondersi di nuove tecnologie, l'utilizzo sempre più frequente dei veicoli a motore anche per i piccoli spostamenti in città, la stessa crescente domanda di energia elettrica di industria e agricoltura, hanno infatti spinto la domanda energetica verso un rialzo incontrollato. Emissioni inquinanti e climalteranti hanno ovviamente rispettato lo stesso *trend*.

In un contesto caratterizzato da così tante criticità si è così cercato di delineare alcune linee di politica energetica che potessero, se non altro, segnare una inversione di tendenza.

Senza la pretesa di aver esaurito tutti i possibili scenari, sono state così suggerite, per i diversi settori, alcune azioni che, in virtù della loro fattibilità finanziaria, potessero essere tutte attuate anche in tempi molto rapidi.

Il paniere proposto non esaurisce però le sue qualità con la concretezza finanziaria, ma mostra le sue migliori potenzialità soprattutto nei benefici energetici e ambientali che potrebbe generare.

Ciascuna delle azioni previste è stata così attentamente vagliata avendo cura di delineare i soggetti interessati dalla sua attuazione (pubblici o privati), la sua tipologia (imposizione di requisiti obbligatori e/o adesione a protocolli volontari), i suoi costi, la sua redditività, il suo bilancio energetico e il suo impatto ambientale.

Una tale descrizione ha consentito di controllare ogni aspetto degli interventi pianificati evidenziandone le eventuali debolezze e permettendo di delineare tutte le opportune azioni di supporto che devono/possono essere intraprese dalla Pubblica Amministrazione per affiancare le iniziative private garantendone auspicabilmente il successo.

In questo senso devono essere valutate le linee guida proposte per il supporto delle azioni private nel settore industriale (*e.g.* nelle Aree Ecologicamente Attrezzate) presentate nel capitolo 4. Lo stesso discorso vale per le stazioni di cogenerazione a biomasse, descritte nel primo capitolo di appendice.

Concludendo, dal Piano Energetico emergono le seguenti considerazioni:

\_ in quasi tutti i settori, gli interventi previsti risulterebbero sufficientemente efficaci nello stabilizzare l'attuale *trend* alla crescita, riportandolo ad una situazione di stazionarietà. L'inversione di tendenza delle curve della domanda energetica e delle emissioni non sarebbero tuttavia sufficienti a rispettare gli obiettivi imposti dalla adesione italiana ai Protocolli internazionali;

\_ se i risultati fossero invece analizzati facendo riferimento al singolo cittadino (se si scontasse cioè il sostenutissimo incremento demografico della popolazione comunale), essi porterebbero a una conclusione molto diversa. La situazione allo stato di fatto indurrebbe all'ottimismo (in virtù dei grandi benefici scaturiti dalla recente entrata in esercizio della centrale a cicli combinati), e le stesse proiezioni future di consumi ed emissioni inquinanti/climalteranti, mostrerebbero una virtuosa evoluzione delle corrispondenti curve; questi risultati saranno mostrati in dettaglio nel paragrafo 8.3;

\_ la bilancia commerciale associata ai consumi energetici resterebbe di fatto immutata: non si verificherebbe infatti quasi nessuna diversificazione nelle fonti (se non una crescita, comunque molto marginale delle rinnovabili, grazie soprattutto alla fonte solare indotta da obblighi di legge e tariffe incentivanti); tutti i settori resterebbero sostanzialmente dipendenti fonti (gas naturale e dei derivati del petrolio, (soprattutto nel settore dei trasporti) di approvvigionamento estero;

\_ le anomalie che sembrerebbero verificarsi dopo il 2012/2013, sono connesse ad un improbabile persistenza di *trends* di crescita, soprattutto nel settore dei trasporti, difficilmente sostenibili e appaiono per questo poco verosimili, ma devono tuttavia essere cautelativamente considerate nelle analisi. Qualora, auspicabilmente, questa anomala tendenza fosse interrotta (anche per merito delle azioni promosse dal Piano Urbano della Mobilità), i benefici che ne scaturirebbero non potrebbero che incrementare la valutazione positiva degli interventi proposti;

\_ appare infine del tutto necessario provvedere ad un costante monitoraggio e a una continua revisione dei bilanci energetici e del quadro emissivo. Una delle principali difficoltà nella redazione del Piano è consistita proprio nella ricostruzione di questi due aspetti così fondamentali dell'energetica comunale; ora che si è finalmente arrivati ad una conoscenza approfondita di entrambi, occorre persistere nel mantenere aggiornati i relativi *databases*;

\_ la messa in calendario di diligenti operazioni di verifica/revisione potrà infine facilitare la predisposizione di documenti di stima di eventuali *carbon credits* che potrenno essere generati con la attuazione delle diverse azioni, nel rispetto della procedura definita dall'*United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), così come è già stato fatto per il progetto RIDUCO2 di supporto alla piattaforma ECOABITA.

A questo proposito si allegano, ai Capitoli 10 e 11, secondo e terzo di appendice, copie degli articoli:

*“Potential in GHG emissions abatement through an effective energy policy: the Reggio Emilia case”*,

presentato, nel settembre 2008, alla Conferenza Internazionale *“The Sustainable City”* in Grecia.

e

*“Il Piano Energetico del Comune di Reggio Emilia: azioni e strategie per il rispetto degli obiettivi di Kyoto”*,

presentato, sempre nel settembre 2008, II Congresso Nazionale AIGE a Pisa.

## 8.2 ANALISI ENERGETICHE

L'analisi degli effetti delle diverse azioni sulla domanda energetica, mostrata in tabella 8.1, evidenzia che gli interventi proposti consentirebbero una sostanziale stabilizzazione della domanda energetica del Comune ai valori del 2007.

Questo risultato può essere considerato comunque soddisfacente alla luce del fatto che per alcuni usi finali (*i.e.* i consumi di energia elettrica nei settori civile e industriale) nonché l'intero macrosettore dei trasporti hanno mostrato negli ultimi anni *trends* di sostenuta crescita che vanno inevitabilmente a condizionare anche le stime di evoluzione spontanea della domanda rispetto a cui sono elaborate le analisi sul lungo periodo.

E' del tutto evidente che allorquando questi macrosettori dovessero mostrare una diversa evoluzione, i benefici attesi dagli interventi potrebbero consentire una reale e persistente inversione di tendenza.

Ciò che emerge è la lenta, ma costante crescita dell'efficacia delle azioni promosse nei settori civile e industriale. Le politiche di intervento in questi ambiti risultano infatti essere caratterizzate da grandi potenzialità, ma sono altresì di difficile attuazione anche perché vanno ad incidere su abitudini consolidate o tendono a modificare profondamente il territorio (si pensi alla riqualificazione degli edifici o alla realizzazione di distretti industriali ad alta efficienza).

Risulta pertanto essere del tutto fondamentale approfondire il massimo impegno per poter sempre adeguatamente sostenere (e monitorare) la attuazione degli obiettivi proposti.

I risultati confermano infine la bontà della legge sui biocarburanti. Indipendentemente dalla attuazione degli interventi "strutturali" sul settore del traffico/mobilità, proposti dal recente Piano Urbano della Mobilità, l'attuazione dei dispositivi di legge sui *biofuels* porterà un grande beneficio in termini energetici ed anche economici alla luce della anomala e costante crescita degli altri carburanti fossili, petrolio *in primis*.

<b>Domanda Energetica</b>		1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Settore Trasformazioni Energetiche		193	304	343	367	399	509	514	612	562	566	1012	1281	1377	1412	1457	1502	1547	1371	1371	1371	1371
Settore Civile		1467	1619	1825	1615	1719	1845	1867	1772	1845	1974	2043	2012	2034	2103	2044	2062	2080	2087	2095	2123	2181
Settore Industriale		1600	1281	1363	1346	1473	1719	1902	1201	1253	1335	1392	1507	1633	1829	1847	1866	1886	1907	1929	2000	2141
Settore Trasporti		1217	1285	1317	1435	1472	1529	1568	1669	1686	1714	1736	1758	1816	1875	1933	1991	2050	2088	2126	2246	2462
Settore Agricolo		181	174	163	214	201	232	220	242	253	254	262	271	283	284	291	297	304	311	318	338	373
Settore P.A. Comune Reggio Emilia		214	194	200	206	217	213	219	221	222	239	256	246	257	264	271	278	281	283	284	288	295
Benefici da Cogenerazione		0	44	-47	66	39	115	121	68	-32	-92	-484	-328	-246	-257	-273	-288	-304	-480	-480	-480	-480
<b>Totale</b>		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
<b>Totale</b>		4873	4901	5165	5248	5520	6161	6411	5785	5790	5989	6217	6746	7154	7511	7570	7708	7844	7567	7643	7887	8344
<b>Interventi</b>		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Benefici da Interventi Settore Civile														0	-1	-15	-35	-56	-78	-99	-163	-271
Benefici da Interventi Settore Industria														0	0	-16	-31	-47	-62	-78	-125	-203
Benefici da Interventi Settore Agricoltura														0	0	-1	-3	-3	-4	-5	-9	-16
Benefici da Interventi Settore P.A.														0	0	-18	-28	-36	-36	-36	-36	-36
Benefici da Interventi Settore Trasporti														-18	-37	-58	-80	-102	-104	-106	-112	-123
<b>Totale</b>		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
<b>Totale</b>		4873	4901	5165	5248	5520	6161	6411	5785	5790	5989	6217	6746	7136	7472	7462	7531	7600	7282	7319	7442	7696

Tab. 8.1: bilancio energetico Comune di Reggio Emilia dopo i diversi interventi previsti dal Piano Energetico

### 8.3 ANALISI AMBIENTALI

I risultati, riepilogati nelle tabelle 8.2 e 8.3 per quanto riguarda il quadro emissivo (anidride carbonica), mostrano risultati apparentemente non straordinari.

Occorre tuttavia ricordare il grande incremento demografico fatto registrare dal Comune negli ultimi venti anni e, con esso, la altrettanto evidente crescita della domanda energetica.

Possono così essere sottolineati alcuni aspetti che pur non essendo facilmente identificabili rivestono una straordinaria importanza.

\_ Come si può evincere dalla figura 8.1 il *trend* all'aumento della domanda energetica e delle emissioni climalteranti potrebbe essere già arrestato a partire dal 2008 con gli interventi previsti, realizzando poi una decisa inversione di tendenza negli anni successivi al 2010. La crescita riprenderebbe dopo il 2012-2013, sebbene con un *trend* molto più moderato, ma questo incremento è legato alla sostenutissima crescita mostrata negli ultimi anni dal settore dei trasporti sia in termini di domanda che di quadro emissivo. Sebbene tale tendenza appare difficilmente sostenibile, e quindi risulta improbabile, in assenza di ipotesi diverse, va comunque considerata nella evoluzione spontanea delle serie storiche finendo per condizionare il risultato *ex-post* degli interventi. E' del tutto evidente che allorquando questa tendenza alla crescita si dovesse interrompere (ad esempio per gli effetti virtuosi del piano Urbano della Mobilità), anche la ripresa del *trend* crescente dopo il 2012-2013 verrebbe a cessare.

\_ Sebbene l'obiettivo di Kyoto appaia per l'intero Comune ancora lontano, se si fa riferimento al così detto *carbon footprint* pro-capite, la quota-parte delle emissioni di anidride carbonica associate agli usi finali riferibili ad ogni singolo cittadino, si osserva che, una volta scontato il considerevole aumento della popolazione comunale, in realtà, la politica perseguita sarebbe estremamente virtuosa consentendo di passare da un valore di 8,618 tonnellate di anidride carbonica per cittadino nel 1990, al valore di 8,505 tonnellate di anidride carbonica pro-capite al 2007, fino a scendere a 7,449 tonnellate pro-capite al 2020, il 13,5 % in meno rispetto al valore del 1990, ben al di sotto del decremento 6,5 % imposto dall'adesione Italiana al protocollo di Kyoto, applicato su scala locale.

La figura 8.2 conferma questo *trend* virtuoso evidenziando che gli interventi proposti in questo Piano Energetico, una volta riferiti al singolo cittadino reggiano, potrebbero essere sufficienti a rispettare pienamente l'obiettivo Kyoto già al 2011.



Emissioni Climalteranti [CO <sub>2</sub> ]		1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
		[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Settore Trasformazioni Energetiche		49	78	89	93	97	108	102	119	111	113	202	253	270	277	286	295	304	273	273	273	273
Settore Civile		304	330	371	330	354	369	373	354	368	394	408	401	406	420	408	411	415	417	418	424	435
Settore Industriale		342	281	297	293	325	364	399	260	272	288	299	323	349	393	397	401	406	411	416	432	464
Settore Trasporti		278	293	300	327	336	349	358	381	385	391	396	401	400	428	441	454	468	476	485	512	562
Settore Agricolo		133	120	115	125	121	124	120	125	127	128	129	132	135	135	137	138	140	142	143	148	157
Settore P.A. Comune Reggio Emilia		46	41	43	44	46	45	46	47	47	50	54	52	54	56	57	58	59	59	60	60	62
Benefici da Cogenerazione		17	35	26	44	38	44	39	25	9	1	-79	-49	-37	-37	-40	-42	-45	-75	-75	-75	-75
Benefici Produzione Locale Energia		-32	-41	-62	-48	-57	-62	-62	-93	-101	-111	-279	-299	-303	-311	-322	-334	-345	-345	-345	-345	-345
Totale		[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Totale		1137	1137	1179	1209	1258	1341	1375	1217	1219	1253	1130	1214	1273	1359	1363	1382	1402	1358	1375	1430	1533
Interventi		[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Interventi Settore Civile														0	0	-3	-7	-12	-17	-22	-36	-60
Benefici da Interventi Settore Industria														0	0	-6	-12	-18	-24	-30	-49	-79
Benefici da Interventi Settore Agricoltura														0	0	0	-1	-1	-2	-3	-5	-8
Benefici da Interventi Settore P.A.														0	0	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
Benefici da Interventi Settore Trasporti														-4	-9	-13	-18	-23	-24	-24	-26	-28
Totale		[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Totale		1137	1137	1179	1209	1258	1341	1375	1217	1219	1253	1130	1214	1269	1350	1336	1340	1343	1287	1292	1311	1353

Tab. 8.2: quadro emissivo (emissioni climalteranti) Comune di Reggio Emilia dopo i diversi interventi previsti dal Piano Energetico

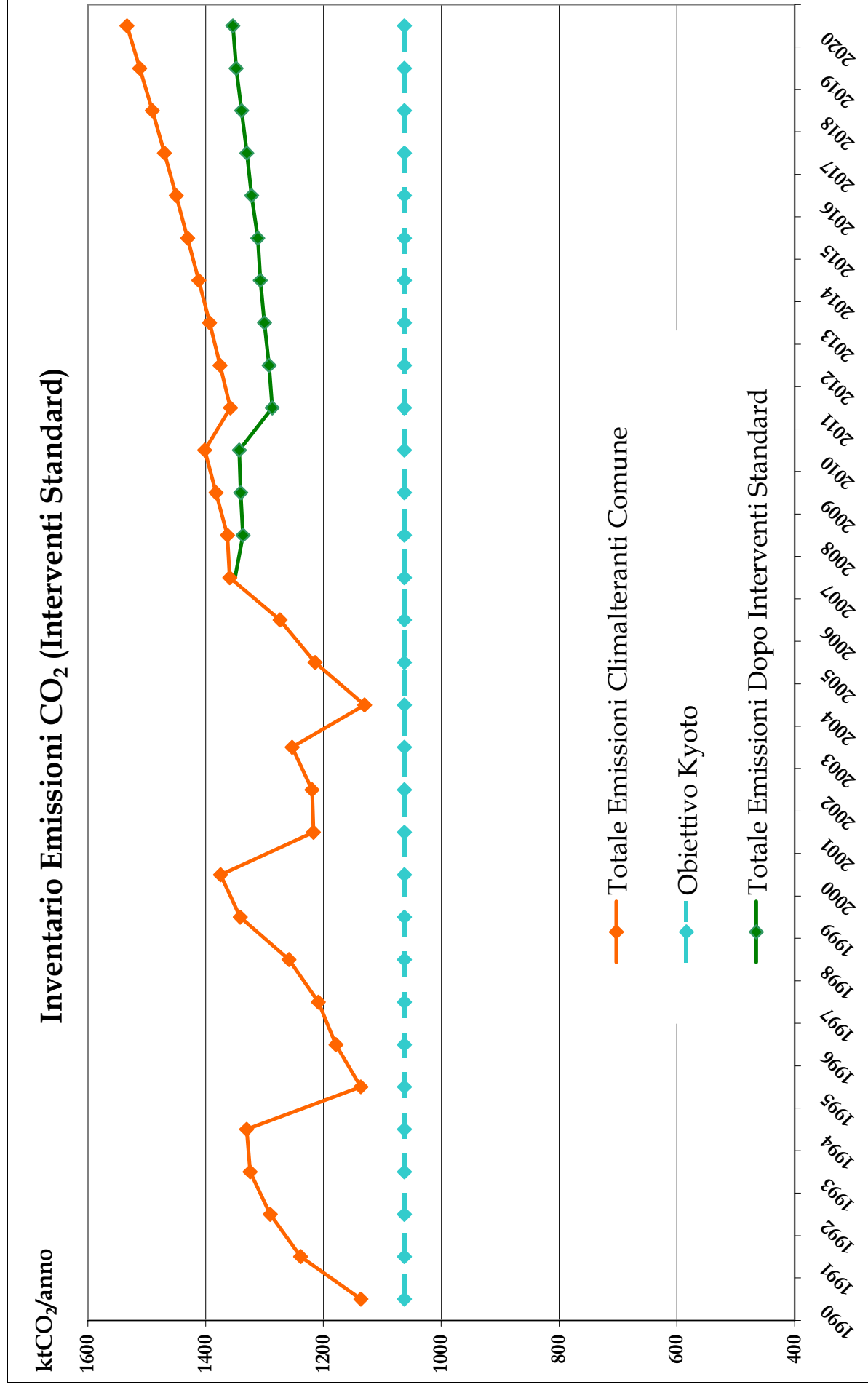
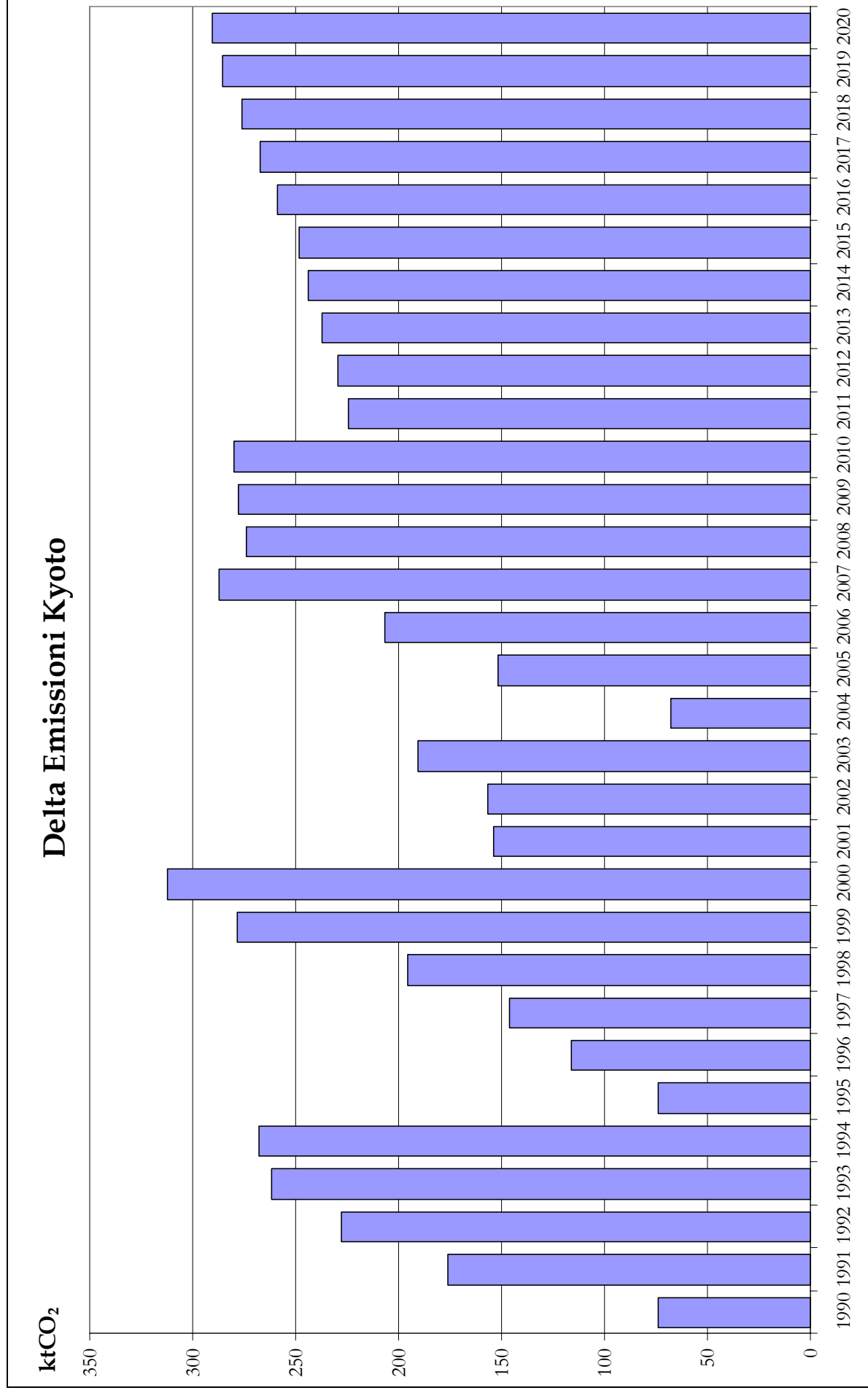


Fig. 8.1: archivio emissioni climalteranti Comune Reggio Emilia dopo i diversi interventi previsti da Piano Energetico.



Tab. 8.3: distanza tra i valori annuali emissioni climalteranti Comune Reggio Emilia - obiettivo Kyoto dopo i diversi interventi previsti da Piano Energetico.

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
Emissioni Pro Capite	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]	[tCO <sub>2</sub> ]
Attività Settore Industriale	8.618	8.394	8.589	8.683	8.894	8.894	9.336	9.410	8.193	8.136	8.231	7.353	7.824	7.942	8.327	8.260	8.185	7.762	7.711	7.584	7.449

Tab. 8.4: emissioni climalteranti pro capite Comune Reggio Emilia – dato complessivo.

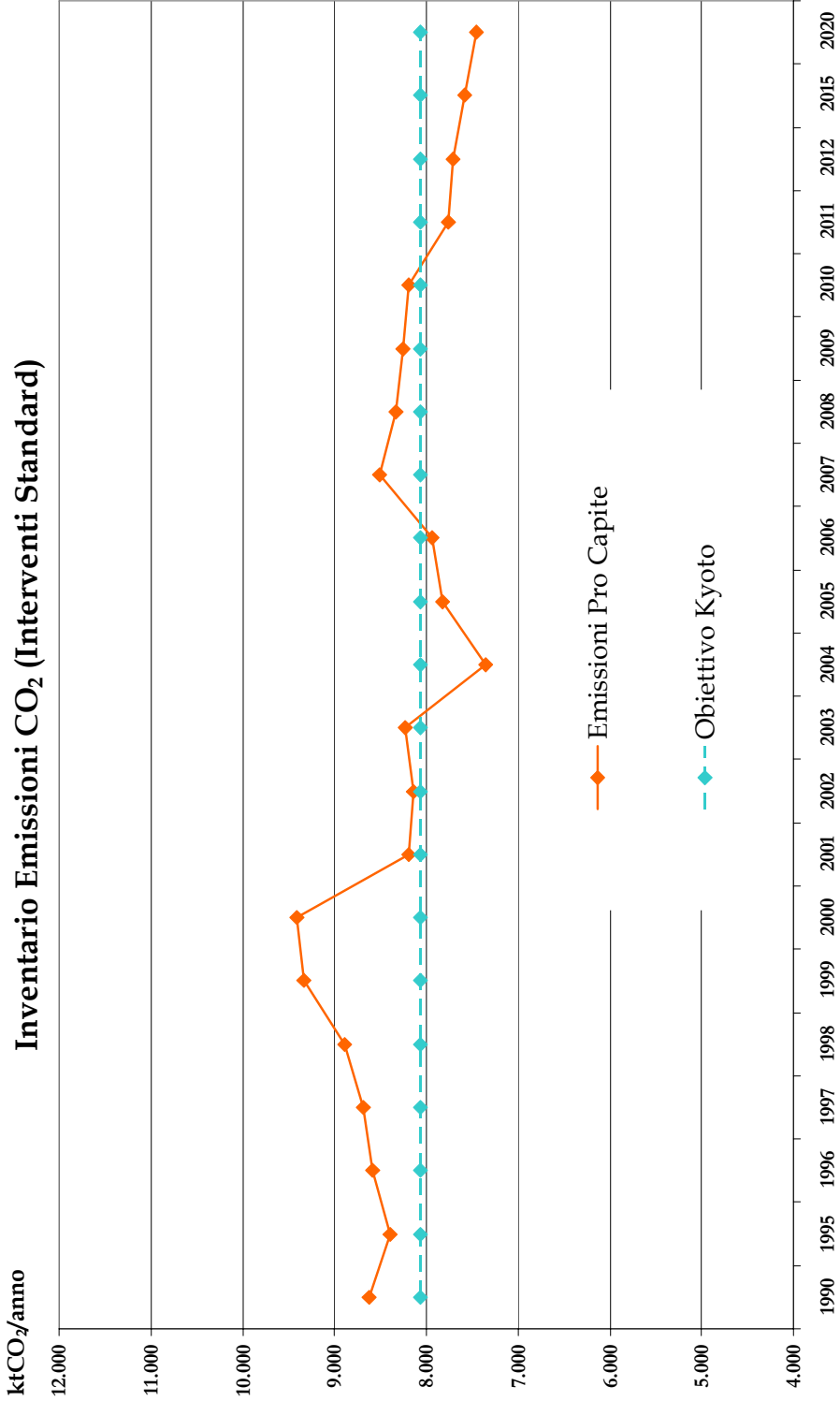


Fig. 8.2: archivio emissioni climalteranti pro capite Comune Reggio Emilia dopo i diversi interventi previsti da Piano Energetico.



# 9

## Appendice I

### una soluzione per Kyoto





## 9.1 INTRODUZIONE - UNA SOLUZIONE PER KYOTO: LA VALORIZZAZIONE ENERGETICA DELLE BIOMASSE ENDOGENE

La criticità della attuale situazione ambientale impone ormai scelte draconiane in termini di politica energetica.

Una delle opzioni con maggiori potenzialità in termini di benefici energetici e ambientali consiste nella realizzazione di piccole stazioni di cogenerazione a biomassa. Lo stesso recente Piano Energetico Regionale [9.1] prevede di realizzare 300 MWe entro il 2010 una serie di impianti di questo tipo, realizzando nel contempo le relative filiere. Lo sviluppo di queste iniziative rientra completamente negli indirizzi di politica energetica comunitari previsti, tra le altre, dalla Direttiva 2001/77/CE [9.2] sulla promozione di energia elettrica da fonti rinnovabili, dalla Direttiva 2002/91/CE [9.3] sul rendimento energetico nell'edilizia, dalla Direttiva 2003/30/CE [9.4] sulla promozione dei biocarburanti e dal Piano di Azione per le biomasse COM(2005)628 [9.5].

Le grandi potenzialità di questa tecnologia sono tuttavia sempre accompagnate da altrettanto significative criticità che, se non accuratamente indagate e risolte, possono trasformare un possibile intervento virtuoso in un'operazione controproducente e/o dannosa.

E' così del tutto fondamentale specificare che per stazione di cogenerazione a biomasse, si deve intendere una stazione di potenza, la cui filiera è interamente controllata e ottimizzata. La primissima considerazione che deve essere fatta è che la stazione di cogenerazione deve essere realizzata avendo cura di dimensionarla sulla base di una precisa domanda energetica proveniente dal territorio. Questo significa che, laddove sussista una precisa e significativa richiesta di energia termica (*e.g.* nell'ambito delle nuove aree industriali e/o nella valutazione della riqualificazione o dell'ampliamento della rete di teleriscaldamento), possa essere considerata, come una delle opzioni più desiderabili, quella di realizzare un impianto di questo tipo.

La produzione contestuale di energia elettrica e termica costituisce, come già evidenziato nei capitoli 2, 3 e 4, il primo degli obiettivi da perseguire in virtù degli elevati rendimenti di impianto che si riescono in questo modo a conseguire. La produzione di elettricità in una stazione di cogenerazione di questo tipo consente normalmente di ottenere rendimenti totali di impianto significativamente elevati, anche superiori all'ottanta per cento, grazie allo sfruttamento dei cascami entalpici per il riscaldamento/raffrescamento e all'eventuale trattamento del biocombustibile (*e.g.* negli impianti a biomassa vegetale).

I grandi quantitativi di energia elettrica e termica prodotti con una fonte rinnovabile come le biomasse, vanno evidentemente a surrogare altrettanto consistenti quantità generate da impianti tradizionali alimentati da fonti fossili.

Laddove le raccolte di residui agricoli non siano sufficienti a soddisfare la domanda, può essere valutata la costituzione di nuove filiere energetiche dedicate, da realizzarsi su terreni oggi non utilizzati dal settore agricolo, entro una distanza dalla bocca di fuoco della stazione di cogenerazione, determinata in accordo con il concetto di "filiera corta" entro un raggio di 70 km.

Tutte le variabili devono essere in questo caso perfettamente controllate e ottimizzate, dalla piantumazione della materia prima, possibilmente consociazioni arboree caratterizzate da elevato potere calorifico, alla organizzazione dell'approvvigionamento gestito secondo il principio inderogabile di portare a bocca di fuoco soltanto i prodotti della stessa filiera (salvo eventualmente i primi anni necessari alla costituzione della risorsa), fino alla gestione della stazione di produzione e alla adozione



dei sistemi più avanzati per mitigare l'impatto ambientale delle emissioni del camino e dei prodotti solidi della combustione.

L'opzione di controllare interamente la filiera rappresenta la migliore garanzia per eliminare, o quantomeno ridurre al minimo, i rischi connessi all'approvvigionamento della materia prima. Questa stessa scelta evita inoltre che la stessa materia prima sia importata da paesi terzi, limitando così drasticamente i costi energetici e ambientali connessi al suo trasporto.

Le piccole taglie di impianto, e la scelta consociazione arboree caratterizzate da alto potere calorifico e elevate rese per ettaro, sono i requisiti che consentono di soddisfare i vincoli di "filiera corta" come definita dalla recente normativa sugli impianti energetici alimentati da biomasse, garantendo la fattibilità finanziaria delle operazioni.

Se si volessero sintetizzare i requisiti fondamentali che dovrebbero caratterizzare una efficace politica energetica, potrebbero essere delineati le seguenti buone pratiche di intervento da perseguirsi sempre all'atto della realizzazione di un nuovo impianto energetico o della riqualificazione di una centrale esistente:

- \_ 1) perseguire l'efficienza energetica;
- \_ 2) adottare soluzioni impiantistiche caratterizzate da un ridotto impatto climalterante (*e.g.*: emissioni di CO<sub>2</sub>);
- \_ 3) adottare soluzioni impiantistiche caratterizzate da un ridotto impatto inquinante (*e.g.*: emissioni di NO<sub>x</sub>, polveri, etc.);
- \_ 4) individuare soluzioni impiantistiche che siano economicamente sostenibili e che possano avere un effetto positivo in termini di indotto occupazionale.

In questi termini, la realizzazione di una stazione di cogenerazione a biomassa, se il progetto è ben costruito, può rappresentare un intervento che soddisfa pienamente tutti i quattro requisiti prima enunciati.

Una stazione di cogenerazione a biomassa legnosa mostra quasi sempre rendimenti totali molto elevati in virtù del fatto che alla produzione di energia elettrica può essere accompagnato il conferimento di cascami entalpici a una o più utenze per il riscaldamento o per la produzione di acqua sanitaria, laddove ne sussistesse la necessità. Qualora infine si riscontrasse anche una domanda di energia frigorifera, sarebbe possibile dotare la stazione di potenza con un gruppo frigorifero ad assorbimento, sempre alimentato dagli stessi cascami entalpici raccolti al condensatore, operando in trigenerazione.

Nella realtà le possibili configurazioni di impianto sono spesso molto più articolate, potendo prevedere anche sistemi integrativi/ausiliari alimentati ad esempio a gas naturale, per fare fronte ai picchi e ai periodi di manutenzione programmata della stazione di cogenerazione.

Il fabbisogno di energia primaria da portare a bocca di fuoco (Fig. 9.1), energia primaria che, nella fattispecie è di tipo rinnovabile, risulta essere quindi considerevolmente limitato proprio in virtù della contestuale produzione di energia elettrica e termica nella stazione di cogenerazione.

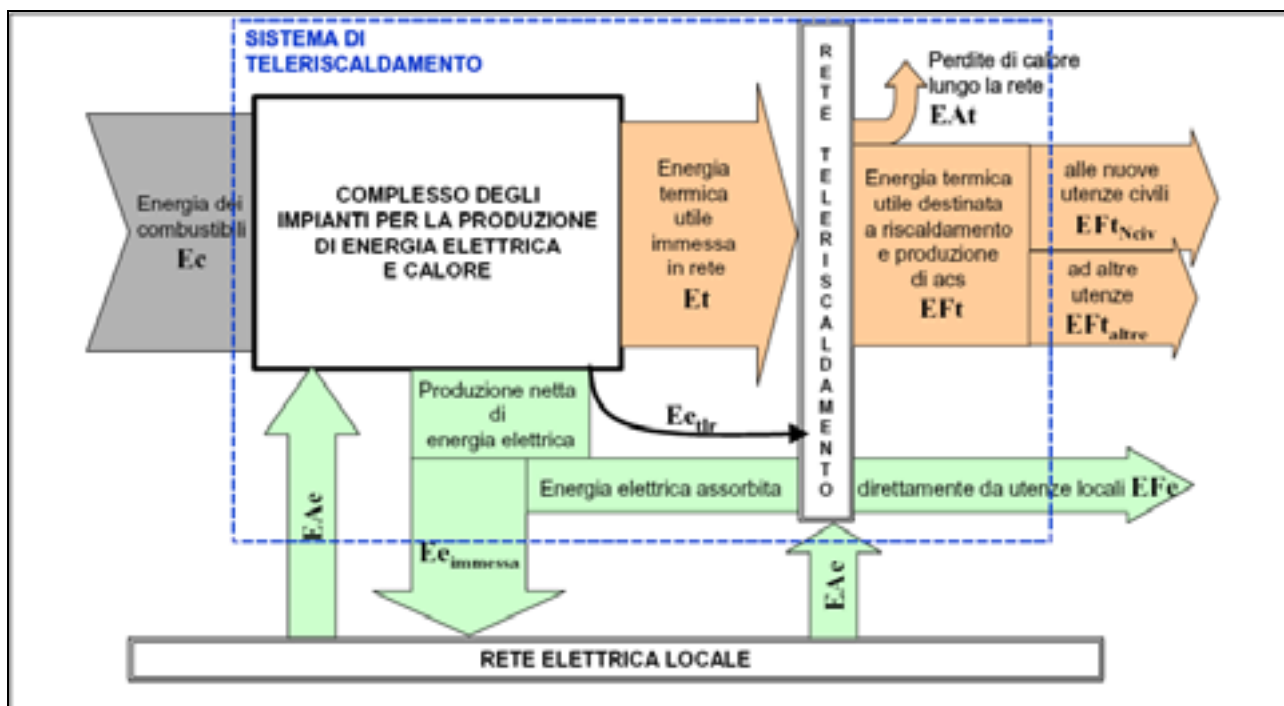


Fig. 9.1 Schema generale di riferimento stazione a cogenerazione con teleriscaldamento [9.6]

Passando alla analisi delle emissioni climalteranti, i benefici ambientali connessi all'esercizio dell'impianto a biomassa, emergono chiaramente laddove si consideri che l'anidride carbonica rilasciata in atmosfera in seguito alla combustione, ad esempio di una biomassa vegetale, eguaglia, in prima approssimazione, quella sottratta dagli alberi alla stessa atmosfera durante la crescita dell'essenza per fotosintesi clorofilliana.

Ad essere rigorosi nel bilancio occorrerebbe considerare anche la quota di anidride carbonica, sottratta all'atmosfera, e utilizzata dal vegetale per costruire il proprio apparato radicale (apparato radicale che, ovviamente, non viene portato a combustione) nonché le emissioni associate all'esercizio della filiera di centrale: fasi di raccolta eventuale cippatura, trasporto e altri possibili processi di pretrattamento diversi dalla essiccazione della biomassa. Queste ultime, tuttavia, possono essere considerate trascurabili soprattutto nel caso in cui si realizzi una "filiera corta" e si opti per piante ad alto potere calorifico e alta resa per ettaro (limitando così il numero di mezzi necessari al trasporto).

A conferma della precedente considerazione, il fattore di emissione di riferimento, da utilizzare nelle stime di impatto ambientale per gli impianti a biomasse legnose, secondo quanto previsto dalla stessa UNCCC (*United Nations Conference on Climate Change*) è posto pari a zero [9.7].

Infine, per la valutazione delle emissioni inquinanti occorre specificare che i fumi prodotti dalla stazione di cogenerazione devono essere trattati con filtri per l'abbattimento delle polveri sottili e da sistemi per la denitrificazione dei fumi ( $\text{DeNO}_x$ ) in modo tale da abbattere tali sostanze al di sotto delle soglie previste dalla attuale normativa.

Nelle valutazioni dell'impatto ambientale di questi sistemi è bene sempre specificare che la loro entrata in esercizio quasi sempre consente di sostituire o limitare l'operatività di altri sistemi impiantistici normalmente più inquinanti. A questo proposito, la pratica comunemente adottata in letteratura, già descritta nel Capitolo 3, prevede di considerare la stazione cogenerativa come sostitutiva di una quota parte di una "ideale" centrale termoelettrica il cui rendimento elettrico è posto uguale al rendimento elettrico medio del parco termoelettrico nazionale e il rendimento termico è assunto pari a

zero, non essendo normalmente previsto nella maggioranza di queste centrali, l'utilizzo dei cascami entalpici per altri usi finali. La centrale termoelettrica "ideale" non opera quindi in assetto cogenerativo, disperdendo completamente al pozzo termico a temperatura inferiore tutta la potenza termica scambiata al condensatore. Proprio le grandi dissipazioni di energia termica, che caratterizzano queste trasformazioni nella maggior parte delle centrali termoelettriche italiane, costituiscono la migliore promozione dei sistemi a cogenerazione.

Un discorso del tutto analogo può essere sviluppato nella valutazione delle emissioni inquinanti e climalteranti, una volta individuate le emissioni elettriche/termiche specifiche (riferite cioè all'unità di energia elettrica/termica prodotta) da usare come riferimento nel confronto.

Le precedenti considerazioni aiutano quindi bene a capire che, ogni kWh elettrico prodotto per cogenerazione finisca per sostituire un analogo kWh elettrico prodotto nella centrale termoelettrica "ideale". Allo stesso modo ogni kWh termico recuperato come cascama dalla stazione di cogenerazione, deve essere considerato come sostitutivo di un kWh termico altrimenti prodotto nelle centrali termiche degli edifici, nel caso del riscaldamento, o dell'energia elettrica necessaria a generare un kWh frigorifero, nelle centrali frigorifere a *chillers* a compressione, in regime di raffrescamento.

Noti i fattori di emissione specifici è immediato il calcolo della riduzione delle emissioni che può essere ottenuta con l'adozione di un sistema di cogenerazione in vece che con gli impianti tradizionali.

Tale analisi è stata sviluppata in dettaglio nel paragrafo 9.6 con riferimento a una stazione di cogenerazione di 3 MWe.

Numerose municipalità europee, proprio in virtù di questi benefici, hanno deciso di realizzare interi quartieri serviti da stazioni di cogenerazione a biomasse, a impatto "zero".

Tra gli esempi più significativi possono essere citati: BedZed (Fig. 9.2) e Middlesborough (Fig. 9.3)



Fig. 9.2 Bed Zed (Regno Unito), quartiere "*emission zero*".



Fig. 9.3 area portuale di Middlesborough: 2400 abitazioni e un college da 20000 studenti che saranno presto serviti da un sistema CHP (*combined heat and power*) a biomasse.

La fattibilità economica dell'investimento è oggi garantita dalla possibilità di accedere al meccanismo di incentivazione dei certificati verdi. In particolare, per i piccoli impianti (sotto 1 MWe) l'ultima normativa prevede l'accesso a un regime di certificati verdi a tariffa fissa decisamente favorevole.

Per quanto concerne le ricadute occupazionali, si ritiene che le attività della sola stazione di cogenerazione possano portare alla creazione di un numero di posti di lavoro compreso tra sei e otto. Questa stima non considera inoltre tutti coloro che saranno attivi nella filiera, dalla coltivazione e manutenzione della risorsa boschiva, alla sua cippatura, al trasporto dal bosco alla bocca di fuoco.

In questa sede, infine, non sono state indagate le potenzialità energetiche e ambientali che potrebbero essere ottenute con la valorizzazione delle biomasse animali (deiezioni e reflui). Come già anticipato nel Capitolo 5, l'argomento merita una grande considerazione per le significative potenzialità, ma anche una grande attenzione per le problematiche connesse all'utilizzo di queste sostanze. L'argomento necessiterebbe quindi di uno studio molto approfondito che non è stato possibile redigere in questa sede anche per la esiguità dei dati a disposizione.

## 9.2 LA RISORSA

La realizzazione di stazioni di cogenerazione di piccole dimensioni per la produzione di energia da fonti rinnovabili sta suscitando un notevole interesse in virtù degli incentivi concessi per la produzione di energia da fonti rinnovabili (certificati verdi), e per l'utilizzo limitato di combustibili fossili (certificati bianchi).

Gli aspetti tradizionalmente critici nella realizzazione di un impianto a biomasse possono essere individuati nella disponibilità di materia prima e nella organizzazione della logistica della filiera.

La necessità di creare una filiera interamente controllata si pone, proprio per superare questi due ostacoli e garantire alla società gestrice dell'impianto un sicuro approvvigionamento della materia prima. La disponibilità di un quantitativo di biomassa sufficiente per il funzionamento dell'impianto di

cogenerazione diviene quindi certa, una volta programmata la piantumazione di selezionate specie a costituire la risorsa.

E' bene sottolineare che in ogni caso non è possibile escludere a priori di dover ricorrere al mercato esterno per l'acquisto della biomassa legnosa, seppure per periodi limitati e sostanzialmente coincidenti con i primi anni di attività dell'impianto, durante cioè le fasi di costituzione della risorsa.

Le ultime esperienze di ricerca in termini di rimboschimento, portano a ritenere che, nel caso di una accurata selezione delle essenze vegetali, prevalentemente di tipo arboreo, se si piantumassero siti pianeggianti contestualmente all'inizio dei lavori di realizzazione della stazione di cogenerazione, si potrebbe raggiungersi l'obiettivo di una produzione, in un arco temporale di 5 anni, di circa 400 tonnellate di legna per ogni ettaro. L'ottenimento di tali risultati potrebbe essere reso possibile grazie all'utilizzo di particolari e selezionate consociazioni, molte delle quali alle fasi finali di certificazione, caratterizzate da specie a rapido accrescimento e tra loro coadiuvanti.

La biomassa prodotta da queste essenze è peraltro caratterizzato da elevato potere calorifico e basso tenore di umidità, entrambe caratteristiche estremamente desiderabili ai fini energetici. La ricerca è infatti orientata su specie caratterizzate da molta lignina e meno cellulosa rispetto al legno delle essenze tradizionali quali pioppi, platani e salici. In certi casi è possibile registrare alla raccolta valori di potere calorifico di 3.200 - 3.500 kcal/kg, pari a 13.400 - 14.600 kJ/kg, estremamente superiore rispetto a quello delle specie più "tradizionali" (pioppi, platani e salici mostrano infatti un potere calorifico mediamente pari a 1.800 - 2.000 kcal/kg).

In certi casi da letteratura sono riportati tassi di crescita e rese per ettaro del tutto considerevoli: fino a 90 tonnellate per anno ogni ettaro, rispetto alle 20 - 30 tonnellate per ettaro annue di pioppi, platani e salici.

La scelta di utilizzare specie vegetali ad alta resa per ettaro si dimostra del tutto desiderabile consentendo di limitare sensibilmente l'estensione delle aree agricole da dedicare alla piantumazione estensiva viceversa, del tutto rilevante e non sostenibile nel territorio padano.

Sono inoltre da favorirsi specie caratterizzate da basso di umidità alla raccolta. Questo favorisce la conservazione della legna: il "cippato verde", se sufficientemente asciutto, può conservarsi per lungo tempo senza imputridire, facilitando così la logistica nelle fasi di raccolta e stoccaggio. Diversamente, elevati tassi di umidità (registrabili ad esempio negli ibridi di pioppo, 60- 65%), può comportare problemi di conservazione della biomassa raccolta.

Infine, alcuni agronomi prestano particolare attenzione anche ad aspetti che pur potendo inizialmente sembrare marginali, rivestono invece un ruolo fondamentale per quanto riguarda l'impatto ambientale della filiera sul territorio. Certe consociazioni arboree sono infatti caratterizzate da un fogliame particolarmente ricco di nutrienti; questo produce effetti molto positivi sulla fertilità del terreno (*i.e.* presenza di lombrichi, carica microbica).

Molti di questi stessi vegetali mostrano spesso comportamenti nitrofilo favoriti da apparati radicali molto profondi. Questa particolare caratteristica consente loro di reperire nutrienti anche in condizioni difficili, resistendo alla siccità. Anche se concimate ed irrigate una volta all'anno sono in grado di raggiungere produzioni del tutto considerevoli.

La piantumazioni di vaste aree a bosco, infine, è foriera di benefici sul microclima cittadino andando a contrastare il così detto "effetto isola", vale a dire l'aumento di temperatura dell'aria esterna che si riscontra nella stagione estiva per l'elevato irraggiamento e la prevalenza nel tessuto urbano di superfici scure, caratterizzate da elevati coefficienti di assorbimento.

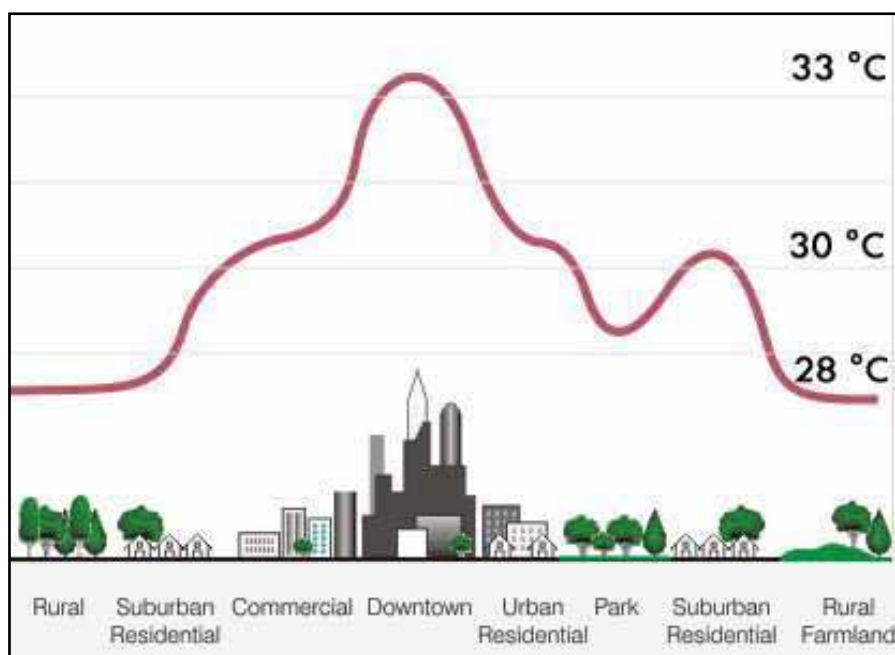


Fig. 9.4 effetto isola con indicazione dei benefici, in termini di minore temperatura esterna nella stagione estiva, ottenuti con la realizzazione dei boschi.

### 9.3 IL QUADRO NORMATIVO

La materia delle fonti energetiche rinnovabili è oggi disciplinata in via generale dal D. Lgs. n. 387/2003 [9.8], di attuazione della direttiva 2001/77/CE [9.2], “relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità”.

Nel contesto delle politiche di sviluppo delle fonti rinnovabili e dell’efficienza energetica, è il Gestore del mercato elettrico (GME) che organizza e gestisce le sedi di contrattazione dei Certificati Verdi e dei Certificati Bianchi. La sede deputata a questo scopo è la così detta borsa elettrica, istituita con il decreto Bersani n. 79/1999. In questo vero e proprio mercato è il GME a gestire le operazioni, in qualità di controparte centrale.

La produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili (FER) è incentivata da un meccanismo di incentivazione che premia la produzione attraverso l’emissione dei così detti certificati verdi.

I certificati verdi, sono titoli emessi da GSE/GRTN ad attestare che l’energia prodotta è generata da impianti alimentati da fonti rinnovabili. Al mercato dei certificati verdi possono partecipare tutti gli operatori del settore dell’energia elettrica, come acquirenti o venditori, il GSE/GRTN, i produttori nazionali ed esteri, gli importatori, i clienti grossisti e le associazioni.

Il sistema dei titoli di efficienza energetica (TEE) o certificati bianchi è stato invece introdotto per premiare l’uso dell’energia. Questi certificati sono stati introdotti con l’emanazione di due Decreti il 20 Luglio 2004. Questi Decreti hanno fissato obiettivi nazionali di risparmio di energia primaria, ponendoli a carico dei distributori di energia elettrica e di gas, riformando nel contempo la politica di promozione del risparmio energetico negli usi finali.



Questi titoli sono emessi dal GME a favore dei soggetti (distributori, società da essi controllate ed ESCO) che hanno conseguito determinati risparmi energetici.

L'emissione dei titoli viene effettuata sulla base di una comunicazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas (AEEG) a certificazione dei risparmi conseguiti.

L'AEEG governa il quadro regolatorio, stabilendo i criteri e le modalità secondo cui i risparmi energetici attribuibili alle diverse tipologie di intervento devono essere calcolati, monitorandone infine l'attuazione.

I mercati dei Certificati Verdi (CV) e dei Titoli di Efficienza Energetica (TEE o certificati bianchi) sono i luoghi in cui, in sede di negoziazione, si incontrano la domanda, costituita da chi deve acquistare questi titoli per adempiere ad un obbligo di mercato, e l'offerta, i produttori di energia elettrica da fonti rinnovabili, nel caso dei Certificati Verdi, gli attuatori di interventi di risparmio energetico, nel caso dei Certificati Bianchi.

Le stazioni di cogenerazione a biomasse hanno le potenzialità di generare sia certificati verdi che certificati bianchi.

I primi sono concessi in virtù del fatto che la produzione di energia elettrica avviene sfruttando una fonte rinnovabile (soprattutto nel caso di biomassa vegetale), i secondi possono essere acquisiti nel momento in cui si va a realizzare una rete di teleriscaldamento/teleraffrescamento a servizio di utenze diverse. E' evidente che, anche in relazione ai costi economici ed energetici di realizzazione delle reti, la convenienze e la successiva scelta di allacciare utenze dovrà essere valutata di caso in caso. E' tuttavia chiaro che una pianificazione urbanistica tesa a favorire e promuovere gli allacciamenti dei nuovi insediamenti alla rete di teleriscaldamento non potrà che agevolare la realizzazione di queste reti soprattutto nella aree a bassa densità urbanistica (zone residenziali).

L'ultima Legge Finanziaria 2008 [9.9], ha introdotto rilevanti novità per quanto concerne la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili:

\_ per tutti gli impianti alimentati da Fonti Energetiche Rinnovabili, il periodo di incentivazione premiato con Certificati Verdi è stato portato a quindici anni;

\_ la taglia di un certificato verde è stata ridotta da 50 MWh a 1 MWh;

\_ sono state modificate al rialzo le quote di obbligo di energia rinnovabile da immettere sul mercato, introducendo nel contempo un meccanismo che premierà in ogni caso la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile con certificati verdi, mediante l'emissione di Certificati Verdi e il ritiro di essi dal parte di GSE a prezzo di mercato, anche in caso di saturazione della domanda, fino a raggiungere la copertura con fonti rinnovabili del 25% della domanda interna nazionale di energia elettrica (obiettivo forse raggiungibile solo in un lontano futuro);

\_ per gli impianti di potenza nominale media annua superiori a 1 MWe, la definizione di un prezzo di riferimento per i certificati verdi per il MWh elettrico, pari alla differenza tra il valore di riferimento, fissato in sede di prima applicazione della norma in 180 euro per MWh, e il valore medio annuo del prezzo di cessione dell'energia elettrica, registrato nell'anno precedente. A partire dal 2008, i certificati verdi, vengono emessi dal Gestore dei servizi elettrici (GSE) per ciascun impianto a produzione incentivata, in numero pari al prodotto della produzione netta di energia elettrica da fonti rinnovabili moltiplicata per il coefficiente, riferito alla tipologia della fonte, di cui alla tabella 2 allegata alla legge Finanziaria (Fig. 9.5), fermo restando quanto disposto a legislazione vigente in materia di biomasse

agricole, da allevamento e forestali ottenute nell'ambito di intese di filiera o contratti quadro oppure di filiere corte;

TABELLA 2  
(Articolo 2, comma 144)

	Fonte	Coefficiente
1	Eolica per impianti di taglia superiore a 200 kW.....	1,00
1-bis	Eolica offshore.....	1,10
2	Solare **.....	**
3	Geotermica.....	0,90
4	Moto ondoso e maremotrice.....	1,80
5	Idealtica.....	1,00
6	Rifiuti biodegradabili, biomasse diverse da quelle di cui al punto successivo.....	1,10
7	Biomasse e biogas prodotti da attività agricola, allevamento e forestale da filiera corta *	*
7-bis	Biomasse e biogas di cui al punto 7, alimentanti impianti di cogenerazione ad alto rendimento, con riutilizzo dell'energia termica in ambito agricolo *	*
8	Gas di discarica e gas residuati dai processi di depurazione e biogas diversi da quelli del punto precedente.....	0,80

\* È fatto salvo quanto disposto a legislazione vigente in materia di produzione di energia elettrica mediante impianti alimentati da biomasse e biogas derivanti da prodotti agricoli, di allevamento e forestali, ivi inclusi i sottoprodotti, ottenuti nell'ambito di intese di filiera o contratti quadro ai sensi degli articoli 9 e 10 del decreto legislativo n. 102 del 2005 oppure di filiere corte.

\*\* Per gli impianti da fonte solare si applicano i provvedimenti attuativi dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

Fig. 9.5 Legge Finanziaria 2008 (Legge n.244 del 24 dicembre 2007), Tabella 2.

\_ per gli impianti di potenza nominale media annua non superiore a 1 MW, immessa nel sistema elettrico mediante impianti alimentati dalle fonti di cui alla tabella 3 allegata alla stessa legge (Fig. 9.6), si ha diritto, in alternativa ai certificati verdi, e su richiesta del produttore, a una tariffa fissa onnicomprensiva di entità variabile a seconda della fonte utilizzata, come determinata dalla predetta tabella 3, per un periodo di quindici anni, fermo restando quanto disposto a legislazione vigente in materia di biomasse agricole, da allevamento e forestali ottenute nell'ambito di intese di filiera o contratti quadro oppure di filiere corte. La tariffa onnicomprensiva potrà essere variata, ogni tre anni, con decreto del Ministro dello sviluppo economico, assicurando la congruità della remunerazione ai fini dell'incentivazione dello sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili.

Le principali novità per la generazione elettrica da fonti energetiche rinnovabili contenute nel "Collegato" alla Finanziaria 2008 riguardano quindi i cosiddetti "Certificati Verdi agricoli", ovvero legati alla produzione, autorizzata in data successiva al 31 dicembre 2007, da biomasse e biogas da prodotti e sottoprodotti agricoli, di allevamento e forestali, ottenuti nell'ambito di intese di filiera o contratti quadro (ai sensi degli articoli 9 e 10 del decreto legislativo 27 maggio 2005, n. 102), oppure di filiere corte (ottenuti entro un raggio di 70 chilometri dall'impianto che li utilizza per produrre energia elettrica).

In questo caso l'incentivazione (sempre riconosciuta per 15 anni) è così determinata:

A) impianti di potenza nominale superiore a 1 MWe: riconoscimento di un coefficiente moltiplicativo di 1,8 nella tabella 2 (Fig. 9.5);



B) impianti di potenza nominale fino a 1 MWe: su scelta del produttore, o lo stesso meccanismo previsto per le taglie sopra il MWe, oppure una tariffa fissa omnicomprensiva di 300 € per ogni MWe prodotto.

TABELLA 3 (Articolo 2, comma 145)		
	Fonte	Entità della tariffa (euro cent/kWh)
1	Eolica per impianti di taglia inferiore a 200 kW.....	30
2	Solare ** .....	**
3	Geotermica .....	20
4	Moto ondoso e maremotrice .....	34
5	Idraulica diversa da quella del punto precedente.....	22
6	Rifiuti biodegradabili, biomasse diverse da quelle di cui al punto successivo .....	22
7	Biomasse e biogas prodotti da attività agricola, allevamento e forestale da filiera corta * .....	*
8	Gas di discarica e gas residuati dai processi di depurazione e biogas diversi da quelli del punto precedente .....	18

\* È fatto salvo quanto disposto a legislazione vigente in materia di produzione di energia elettrica mediante impianti alimentati da biomasse e biogas derivanti da prodotti agricoli, di allevamento e forestali, ivi inclusi i sottoprodotti, ottenuti nell'ambito di interse di filiera o costratti quadro ai sensi degli articoli 9 e 10 del decreto legislativo n. 102 del 2005 oppure di filiere corte.

\*\* Per gli impianti da fonte solare si applicano i provvedimenti attuativi dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

Fig. 9.6 Legge Finanziaria 2008 (Legge n.244 del 24 dicembre 2007), Tabella 3.

Una altra particolarità discende dal fatto che l'incentivo è cumulabile con altri incentivi in conto capitale o conto interessi con capitalizzazione anticipata, fino al 40% dell'investimento.

Facendo riferimento al caso in esame si può ipotizzare che il valore dell'energia elettrica prodotta dall'impianto a biomassa sia così determinato:

caso A (impianti di potenza nominale superiore a 1 MWe o impianti di potenza nominale fino a 1 MWe su scelta del produttore):

\_ valore di riferimento del certificato verde:  
180,00 €/MWh

\_ valore medio annuo del prezzo di cessione dell'energia elettrica, registrato nell'anno precedente:  
82,96 €/MWh [9.10]

\_ coefficiente moltiplicativo filiera corta:  
1,8

\_ Certificato Verde  
 $(180,00 - 82,96) \times 1,8 = 174,67 \text{ €/MWh}$

– stima del prezzo di cessione dell’energia elettrica (sussiste la priorità di dispacciamento)  
82,96 €/MWh

– valore complessivo energia elettrica  
 $(82,96 + 174,67) = 257,63 \text{ €/MWh}$

caso B (impianti di potenza nominale fino a 1 MWe):

– tariffa fissa onnicomprensiva di certificato verde e energia elettrica  
**300 €/MWh**

La validità delle suddette tariffe è condizionata alla sussistenza dei requisiti di “filiera corta”, ovvero dal fatto che il combustibile legnoso portato a bocca di fuoco nella stazione di cogenerazione sia reperito entro i 70 km dalla stessa.

Facendo riferimento al Comune di Reggio Emilia, l’area così detta di “filiera corta” è mostrata in figura 6 con una foto da satellite (Fig. 9.7).

L’estensione di questa area è del tutto rilevante interessando completamente le Province di Reggio Emilia, Modena, quasi tutta quella di Parma, gran parte tutte le aree appenniniche delle Province di parte di quella di Parma, estesi territori nella Provincia di Bologna, Mantova, Cremona, Verona e Rovigo le zone appenniniche delle Province di Lucca, Pistoia, Massa Carrara, nonché le zone di pianura di ben tre Regioni: Emilia Romagna, Lombardia e Veneto.

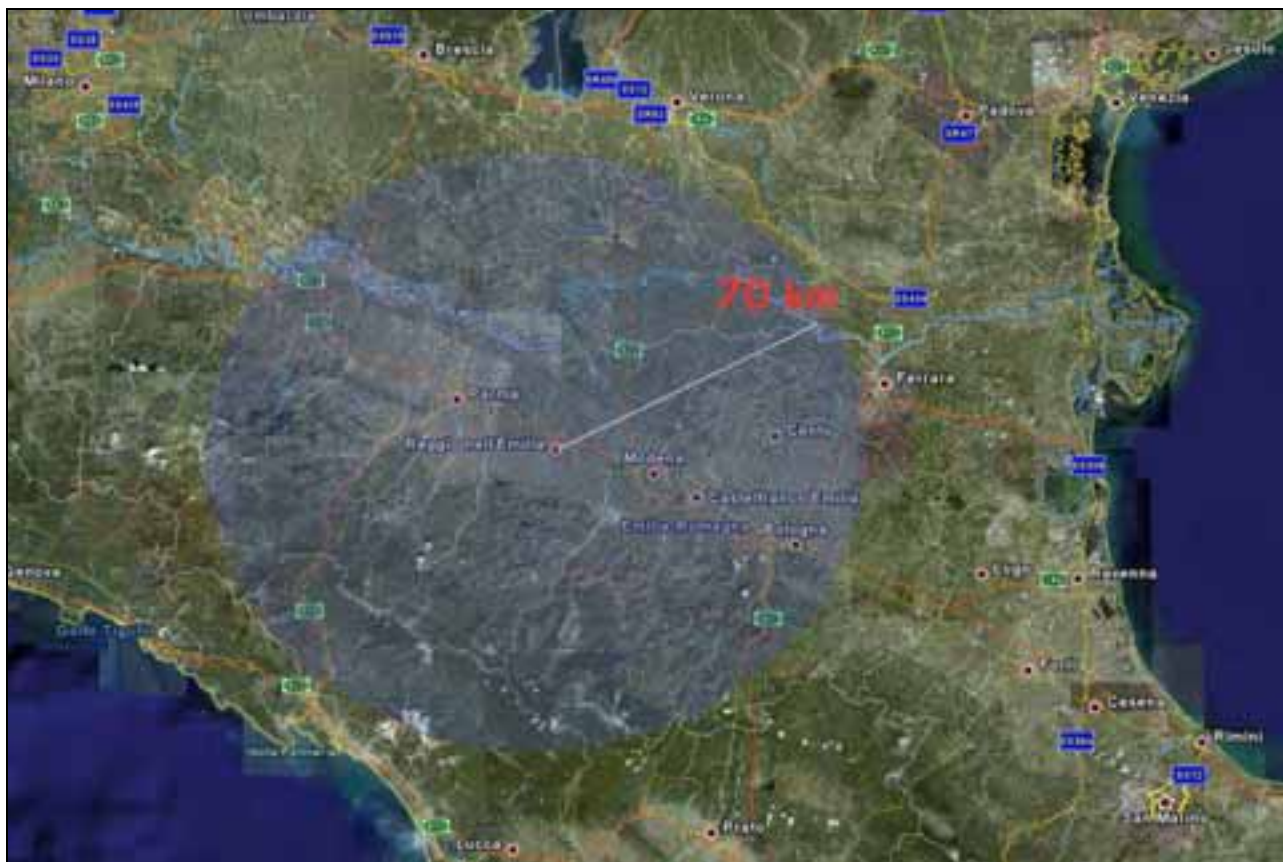


Fig. 9.7 l’area geografica che soddisfa i requisiti di filiera corta per Reggio Emilia.

## 9.4 LE FASI DEL PROGETTO

Nel caso di un impianto a biomassa vegetale, il progetto può essere articolato in tre fasi distinte [9.11].

fase 1 (periodo di costruzione della stazione di cogenerazione): assenza di fabbisogno di biomassa;

fase 2: periodo di funzionamento della stazione di cogenerazione con materia prima acquistata sul mercato in attesa della prima raccolta della biomassa autoprodotta; in questa fase, le incertezze sull'approvvigionamento non consentono normalmente certezze in merito al riconoscimento dei requisiti di filiera breve, ma può essere opportuno richiedere al gestore dell'impianto garanzie sull'approvvigionamento dell'impianto stesso entro distanze comunque dello stesso ordine di grandezza di quelle previste per la filiera "corta".

Fase 3: periodo di funzionamento della stazione di cogenerazione con legname riveniente dalle proprie piantumazioni; raccolta della materia prima prodotta internamente mediante piantumazione preferenzialmente di terreni di pianura. L'alimentazione della stazione di cogenerazione sarà così garantita in termini quantitativi (tonnellate anno portate a combustione) e qualitativi (adeguate biomasse vegetali) dalla gestione dell'intera filiera.

Il diagramma di Gantt di figura 9.8 descrive le precedenti tre fasi, è evidente che le fasi 1 e 2 possono essere ottimizzate e ridotte sensibilmente nel momento in cui si riesca ad anticipare le piantumazioni, procedendo alle stesse fin dal primo anno dei lavori di progettazione dell'iniziativa/costruzione della stazione di cogenerazione.

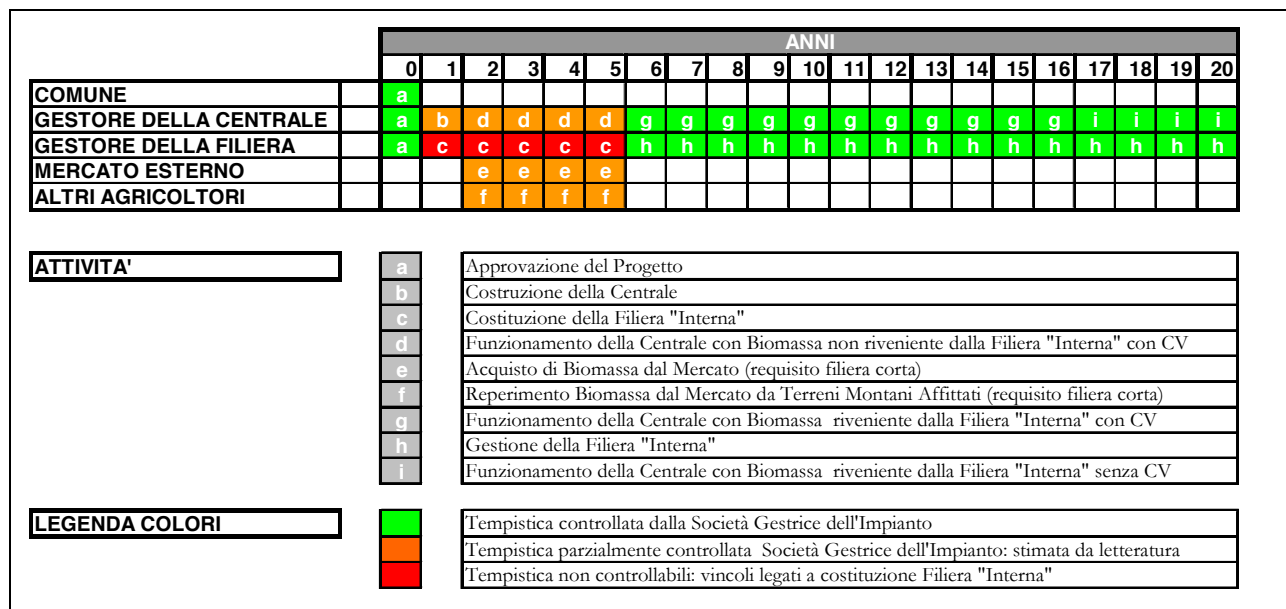


Fig. 9.8 diagramma di Gantt – tempi di realizzazione e gestione della stazione a cogenerazione a biomasse.

## 9.5 LINEE GUIDA

Come già anticipato nel primo paragrafo, il recente piano energetico della Regione Emilia Romagna, individua nelle biomasse lo strumento principale per il rispetto degli impegni internazionali sul contenimento dei gas serra. Uno dei principali obiettivi del Piano è infatti quello di realizzare 300 MWe entro il 2010 sul territorio regionale attraverso la realizzazione di piccole stazioni di cogenerazione a filiera corta.

Applicando il criterio di proporzionalità demografica tra la popolazione della Regione e quella del Comune di Reggio Emilia, la quota parte della potenza prevista al 2010, da realizzarsi in Comune di Reggio Emilia si attesterebbe in circa 11,7 MWe.

Alla luce della probabile realizzazione di stazioni di cogenerazione a biomasse appare quindi particolarmente opportuno stabilire i requisiti fondamentali che dovranno essere rispettati nella realizzazione e nella gestione di questi impianti.

Sono così individuate le seguenti linee guida di indirizzo:

- 1) è particolarmente opportuno utilizzare biomasse, caratterizzate da elevato potere calorifico, per l'approvvigionamento della stazione di cogenerazione;
- 2) è particolarmente opportuno utilizzare biomasse, la cui coltura garantisca elevate rese per ettaro, per l'approvvigionamento della stazione di cogenerazione;
- 3) è particolarmente opportuno utilizzare biomasse, caratterizzate da basso tenore di umidità alla raccolta, per l'approvvigionamento della stazione di cogenerazione;
- 4) è necessario realizzare impianti che operino in assetto cogenerativo quantomeno in concomitanza del periodo annuale convenzionale di riscaldamento: a Reggio Emilia, 14 ore giornaliere dal 15 ottobre al 15 aprile; almeno in riferimento a questo periodo, il rendimento totale di impianto, considerando nel calcolo anche i cascami entalpici dedicati all'eventuale essiccamento della biomassa, non dovrebbe essere inferiore al 50%; la trigenerazione risulta essere particolarmente opportuna soprattutto se l'impianto opera a servizio di utenze energivore di grandi dimensioni;
- 5) è necessaria per l'esercizio della biomassa la garanzia di approvvigionamento almeno per i primi quindici anni di esercizio della stazione di cogenerazione, si dovrà cioè dimostrare di essere nella condizione di gestire in modo diretto o indiretto (tramite contratti di acquisto della biomassa sul mercato esterno, già siglati alla richiesta di Autorizzazione per l'impianto) un territorio sufficientemente esteso per produrre un quantitativo di biomassa sufficiente all'alimentazione dell'impianto, nonché di controllare la qualità della biomassa che verrà portata a bocca di fuoco;
- 6) nel caso di stazioni di cogenerazione a servizio di utenze civili è necessario dimostrare di essere in grado di surrogare l'impianto a biomasse con sistemi di *back up* allorquando lo stesso dovesse manifestare avarie, o nel caso di revoca dell'autorizzazione all'esercizio; onde evitare disservizi nella fornitura di energia termica alle utenze civili, è altresì opportuno programmare la manutenzione ordinaria, mettendo a calendario le stesse operazioni di manutenzioni preferibilmente nei mesi in cui la domanda per riscaldamento e/o raffrescamento è minima;

- 7) è necessario applicare adeguati sistemi per l'abbattimento al di sotto dei valori di legge delle polveri sottili e degli ossidi di azoto presenti nei fumi originati dalla combustione delle biomasse. E' infine opportuno prevedere un continuo monitoraggio dei fumi al camino della stazione.

Qualora siano completamente soddisfatti i precedenti sette punti, in tutti i casi in cui si renda necessaria la realizzazione di un nuovo impianto di cogenerazione o il *revamping* di un sistema impiantistico esistente, l'adozione di stazioni di cogenerazione a biomasse appare una opzione particolarmente desiderabile, in particolare per dimensioni di impianto comprese tra 200 kWe e 3 MWe, tali cioè da non richiedere una disponibilità eccessiva di territorio per la filiera e da permettere, al contempo, di adottare i migliori sistemi per il controllo delle polveri e degli ossidi di azoto al camino della stazione.

In ogni caso si dovrà disincentivare dalla realizzazione di impianti che, per dimensioni troppo ridotte o per caratteristiche tecnologiche, non siano caratterizzati da rendimenti adeguati (si veda il precedente punto 4) ) o non prevedano adeguati sistemi di controllo delle emissioni (si veda il precedente punto 7) ).

In attesa che vengano approvate specifiche linee guida, la realizzazione di impianti a biomasse di origine animale dovrà essere accompagnata da accurati studi che attestino la sostenibilità energetica e ambientale di questi interventi.

## 9.6 ANALISI ENERGETICA STAZIONE DI COGENERAZIONE TIPO: 3 MWe

Per quanto concerne la produzione di energia elettrica e termica con stazioni di cogenerazione a biomassa, nelle modalità definite dai precedenti paragrafi, si è fatto riferimento ad un sistema cogenerativo caratterizzato da una potenza elettrica di 1 MWe caratterizzato da un ciclo di potenza di tipo ORC (Organic Rankine Cycle).

Questi sistemi rendono disponibili elevati quantità di energia termica sottoforma di cascami a bassa entalpia normalmente recuperati al condensatore che, in relazione al loro livello termico, possono essere adeguatamente sfruttati per alimentare utenze civili o industriali.

Con procedura analoga a quella adottata nella valutazione dei sistemi di microcogenerazione del settore civile, si è considerato che i sistemi a cogenerazione che entreranno in esercizio vadano progressivamente a surrogare quote di una centrale termoelettrica "ideale", centrale caratterizzata da un rendimento elettrico pari a quello medio del parco termoelettrico italiano e da emissioni specifiche uguali alle emissioni specifiche medie dello stesso parco. In questo senso, solo apparentemente il confronto è sfavorevole (per i bassi rendimenti caratterizzanti i sistemi ORC), in quanto la rinnovabilità del combustibile a biomassa, garantisce in ogni caso grandi benefici.

La stessa disponibilità dei cascami entalpici costituisce un ulteriore elemento positivo di valutazione in quanto consente di annullare la domanda di energia primaria altrimenti associata alla produzione e alla fornitura di equivalenti quantitativi di energia termica (da caldaie tradizionali) nella stagione fredda, e di energia frigorifera (da gruppi frigoriferi a compressione, *i.e.* sotto forma dell'energia elettrica necessaria all'azionamento dei loro compressori) nella stagione calda.

Ipotesi analoghe sono state adottate nella stima dei benefici ambientali (minori emissioni climalteranti e inquinanti) da *energy retrofit* con stazioni di cogenerazione a biomassa.

### 9.6.1 COGENERAZIONE: GLI SCENARI PREVISTI

Per le analisi si è fatto riferimento a stazione di cogenerazione di piccole dimensioni, caratterizzata da una potenza elettrica di targa di 3 MW<sub>e</sub>.

Ipotizzando un funzionamento annuo di 7600 ore, si determina che la produzione di energia elettrica, al netto delle perdite, risulta leggermente in inferiore agli 21500 MWh<sub>e</sub>.

Lo stesso calcolo sull'energia termica, sempre al netto delle perdite, porge circa 61000 MWh<sub>t</sub> per le utenze industriali e 30500 MWh<sub>t</sub> per quelle civili, considerando cautelativamente un utilizzo annuo di 3800 ore equivalenti, trascurando cioè gli eventuali recuperi durante la stagione estiva sia per usi finali diversi.

I benefici connessi all'utilizzo dei cascami per teleraffrescamento è valutato per le sole utenze civili e del terziario, considerando un utilizzo di 1266,6 ore equivalenti (corrispondenti a circa due mensilità) di *chillers* ad assorbimento caratterizzati da *COP* pari a 0,7.

Anche in questo caso è del tutto evidente che, essendo opportuno mantenere la stazione di cogenerazione in esercizio il più possibile continuo, siano sempre da privilegiare tutti gli utilizzi che consentano di incrementare il numero di ore equivalenti annue di sfruttamento del cascame.

In ogni caso risulta sempre opportuno sfruttare parte dell'energia termica di cascame per il pretrattamento della biomassa (essiccamento) al fine di incrementarne il potere calorifico.

Il sistema considerato nelle analisi energetiche, una microturbina alimentata a gas naturale, è caratterizzato dalle seguenti specifiche tecniche [4.7].

Dati Energetici (utenza industriale):

_ potenza al focolare:	20 MW	
_ potenza elettrica nominale:	3 MW	_ rendimento elettrico: $\eta_E = 0,150$
_ potenza termica nominale:	9 kW	_ rendimento termico: $\eta_T = 0,450$
_ ore di funzionamento annue previste (elettrico):		7600 ore/anno
_ ore di funzionamento annue previste (termico):		7600 ore/anno
_ dissipazioni distribuzione energia elettrica:		5,5 %
_ dissipazioni distribuzione energia termica:		10,0 %
_ energia elettrica annualmente prodotta:		21546 MWh <sub>e</sub>
_ energia termica annualmente prodotta:		61560 MWh <sub>t</sub>
_ energia primaria annualmente portata al focolare:		152 000 MWh <sub>p</sub>
_ gas naturale annualmente consumato:		15 492 656 Smc

Dati Ambientali:

_ emissioni specifiche CO <sub>2</sub> :	0 kg <sub>CO2</sub> /kWh <sub>p</sub>
_ emissioni specifiche NO <sub>x</sub> :	n.d. kg <sub>NOx</sub> /kWh <sub>p</sub>

Dati Finanziari:

_ costo dell'impianto:	9990 k€ (stima).
------------------------	------------------

Gli indici economico/energetici ed economico/ambientali caratterizzanti la realizzazione di sistemi di cogenerazione a biomasse legnose siffatti nel settore industriale porgono:

costo della tecnologia : 3.33 k€/kW<sub>e</sub>

\_ I<sub>ee</sub> (economico-energetico<sup>1</sup>): 39284 kWh<sub>p</sub> / anno\*k€

\_ I<sub>eaCO<sub>2</sub></sub> (economico-ambientale CO<sub>2</sub><sup>2</sup>) 2850 kg CO<sub>2</sub> / anno\*k€

\_ I<sub>eaNO<sub>x</sub></sub> (economico-ambientale NO<sub>x</sub><sup>5</sup>) n.d.

\_ I<sub>ea<sub>polveri</sub></sub> (economico-ambientale polveri<sup>5</sup>) n.d.

Dati Energetici (utenza civile):

_ potenza al focolare:	20 MW	
_ potenza elettrica nominale:	3 MW	_ rendimento elettrico: $\eta_E = 0,150$
_ potenza termica nominale:	9 kW	_ rendimento termico: $\eta_T = 0,450$
_ ore di funzionamento annue previste (elettrico):	7600 ore/anno	
_ ore di funzionamento annue previste (termico):	3800 ore/anno	
_ ore di funzionamento annue previste (frigorifero):	1267 ore/anno	
_ dissipazioni distribuzione energia elettrica:	5,5 %	
_ dissipazioni distribuzione energia termica:	10,0 %	
_ energia elettrica annualmente prodotta:	21546 MWh <sub>e</sub>	
_ energia termica annualmente prodotta:	30780 MWh <sub>t</sub>	
_ energia elettrica annualmente risparmiata grazie al chile ad assorbimento:	7329 MWh <sub>e</sub>	
_ energia primaria annualmente portata al focolare:	152 000 MWh <sub>p</sub>	
_ gas naturale annualmente consumato:	15 492 656 Smc	

Dati Ambientali:

_ emissioni specifiche CO <sub>2</sub> :	0 kg <sub>CO<sub>2</sub></sub> /kWh <sub>p</sub>
_ emissioni specifiche NO <sub>x</sub> :	n.d. kg <sub>NO<sub>x</sub></sub> /kWh <sub>p</sub>

Dati Finanziari:

\_ costo dell'impianto: 9990 k€ (stima).

Complessivamente, l'investimento per realizzare dieci stazioni di questo tipo al 2012, sarebbe quantificabile in circa 25 M€ euro ogni anno, lo 0,36% del P.I.L. generato dalle attività riferibili alla popolazione del Comune di Reggio Emilia, e determinato in base al fattore di correzione anagrafica a partire dal dato regionale.

Gli indici economico/energetici ed economico/ambientali caratterizzanti la realizzazione di sistemi di cogenerazione a biomasse legnose siffatti nel settore civile porgono:

<sup>1</sup> definito come il rapporto tra il decremento annuo in termini di fabbisogno di energia primaria fossile ottenuto con l'adozione di una certa tecnologia/politica di intervento, e il costo di investimento (in k€)

<sup>2</sup> definito come il rapporto tra la riduzione annua delle emissioni rispettivamente di anidride carbonica, ossidi di azoto e polveri sottili, ottenibile con l'attuazione di un certo intervento e il costo del relativo investimento (sempre in k€)

costo della tecnologia : 3.33 k€/kW<sub>e</sub>

\_ I<sub>ee</sub> (economico-energetico<sup>3</sup>): 33232 kWh<sub>p</sub> / anno\*k€

\_ I<sub>ea<sub>CO2</sub></sub> (economico-ambientale CO<sub>2</sub><sup>4</sup>) 2658 kg CO<sub>2</sub> / anno\*k€

\_ I<sub>ea<sub>NOX</sub></sub> (economico-ambientale NO<sub>x</sub><sup>5</sup>) n.d.

\_ I<sub>ea<sub>polveri</sub></sub> (economico-ambientale polveri<sup>5</sup>) n.d.

## 9.6.2 COGENERAZIONE A BIOMASSE: I RISULTATI

### 9.6.3 I BENEFICI ENERGETICI

Nelle analisi energetiche, in osservanza a quanto previsto dal Piano Energetico Regionale, si intraprendano iniziative di questo tipo con una progressiva entrata in esercizio di dieci sistemi di questo tipo (cinque industriali e cinque civili), a partire dal 2009, fino al 2012, secondo la seguente sequenza due nel 2009, due nel 2010, due nel 2011, quattro nel 2012.

Per la valutazione dei benefici energetici e ambientali si è fatto riferimento al macroscenario energetico di riferimento caratterizzante il settore industriale del Comune di Reggio Emilia, per come esso è stato descritto al Capitolo 2.

Alla attuazione dei dieci interventi, la produzione energetica annua attesa dalle dieci stazioni è stata così stimata:

_ energia elettrica annualmente prodotta:	252 103 MWh <sub>e</sub>
_ energia termica annualmente prodotta:	461 700 MWh <sub>t</sub>
_ energia primaria annualmente portata al focolare:	1 520 000 MWh <sub>p</sub>

Per lo scenario di *benchmark*, costruito considerando i sistemi che avrebbero altrimenti operato per fornire equivalenti quantità di energia elettrica e termica con generazioni separate, si è fatto riferimento ai seguenti valori:

_ rendimento elettrico benchmark:	$\eta_E = 0,40$
_ rendimento termico benchmark:	$\eta_T = 0,80$

Il beneficio ottenuto è stato come negli altri casi determinato calcolando la differenza tra la domanda di l'energia primaria fossile, utilizzata per l'alimentazione dei sistemi di *benchmark*, e quella necessaria per l'alimentazione dei gruppi di cogenerazione a biomasse, assunta convenzionalmente pari a zero, essendo la risorsa rinnovabile.

Tale beneficio è quantificabile in circa 1207 GWh<sub>p</sub> annui.

---

<sup>3</sup> definito come il rapporto tra il decremento annuo in termini di fabbisogno di energia primaria fossile ottenuto con l'adozione di una certa tecnologia/politica di intervento, e il costo di investimento (in k€)

<sup>4</sup> definito come il rapporto tra la riduzione annua delle emissioni rispettivamente di anidride carbonica, ossidi di azoto e polveri sottili, ottenibile con l'attuazione di un certo intervento e il costo del relativo investimento (sempre in k€)



<b>Intervento</b>	<b>2008</b> (GWh)	<b>2010</b> (GWh)	<b>2011</b> (GWh)	<b>2012</b> (GWh)	<b>2015</b> (GWh)	<b>2020</b> (GWh)
Benefici da Stazioni a Biomasse Legnose	-242	-483	-724	-1207	-1207	-1207

Tab. 9.1 benefici in termini di diminuzione della domanda di energia primaria fossile da interventi di cogenerazione (stazioni di cogenerazione a biomasse settori civile e industriale)

#### 9.6.4 I BENEFICI AMBIENTALI

Dal bilancio energetico, sviluppato nel secondo capitolo è emerso che per le utenze industriali del Comune di Reggio Emilia possono essere considerati, allo stato di fatto, i seguenti fattori di emissioni climalteranti medie:

_ fattore di emissione specifiche CO <sub>2</sub> energia elettrica <i>benchmark</i> :	0,680 kg <sub>CO2</sub> /kWh <sub>p</sub>
_ fattore di emissione specifiche CO <sub>2</sub> energia termica <i>benchmark</i> :	0,224 kg <sub>CO2</sub> /kWh <sub>p</sub>

Anche in questo caso, il beneficio ambientale può essere misurato, a parità di fornitura energetica, calcolando la differenza tra le emissioni climalteranti delle tecnologie di *benchmark* e delle stazioni a cogenerazione a biomasse, assunte a impatto climalterante zero, in base a quanto previsto dai coefficienti dati da UNFCCC [9.12].

Per il gas naturale sono stati considerati gli stessi fattori di emissione e coefficienti di ossidazione adottati nel Capitolo 2.

Dal confronto emerge che un potenziale straordinario che potrebbe attestarsi attorno alle duecentosettantacinquemila tonnellate di emissioni di anidride carbonica evitate ogni anno dal 2012 in poi.

<b>Intervento</b>	<b>2008</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2010</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2011</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2012</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2015</b> [ktCO <sub>2</sub> ]	<b>2020</b> [ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Stazioni a Biomasse Legnose	-55	-110	-165	-275	-275	-275

Tab. 9.2. benefici in termini di diminuzione delle emissioni climalteranti da interventi di cogenerazione (stazioni di cogenerazione a biomasse settori civile e industriale)

L'incertezza dei dati disponibili non ha consentito una stima accurata dei benefici con riferimento al quadro delle emissioni inquinanti.

## 9.7 CONCLUSIONI

Il capitolo esplora le potenzialità connesse alla realizzazione di stazioni di cogenerazione alimentate a biomasse vegetali in linea con quanto previsto dal recente Piano Energetico Regionale.

Sono fornite in particolare alcune linee guida utili al fine di garantire, insieme alla fattibilità tecnologica e finanziaria, anche la sostenibilità ambientale degli interventi. In particolare si individuano come requisito imprescindibile quello della cogenerazione, e come requisiti fondamentali, quelli del controllo della filiera, possibilmente entro una distanza ragionevole dal sito di impianto, e dell'utilizzo di biomasse vegetali possibilmente ad alto potere calorifico e alta resa per ettaro (*i.e.* biomasse legnose).

Le azioni previste sono state valutate, a mero titolo di esempio, ipotizzando l'operare di impianti ORC caratterizzati da potenza di picco di 3 MWe, operanti in assetto di cogenerazione/trigenerazione.

Sono stati quindi determinati i benefici connessi all'utilizzo di questa tecnologia in termini di minori consumi di energia primaria fossile e di minori emissioni climalteranti. Si è inoltre fornita una stima sommaria dei costi necessari alla realizzazione di questi impianti e alla gestione della filiera loro dedicata.

Al fine del pieno rispetto dei parametri imposti dal Protocollo di Kyoto, sarebbe necessario realizzare dieci stazioni di cogenerazione di questo tipo. Si è in particolare ipotizzato l'operare al 2012 di cinque stazioni asservite a utenze industriali e cinque dedicate a utenze civili/terziario.

Sempre con riferimento alla procedura standardizzata illustrata nei precedenti capitoli, sono stati infine determinati i benefici complessivamente attesi dalla realizzazione di dieci stazioni di questo tipo.

I risultati, riassunti nelle tabelle 9.3 e 9.4, mostrano l'evoluzione della domanda energetica e del quadro emissivo (anidride carbonica) riferiti all'intero Comune, dopo gli interventi analizzati.

La figura 9.9 dimostra che le azioni previste, sarebbero in grado di riportare le emissioni climalteranti riferibili alla municipalità di Reggio Emilia, entro i valori previsti dal Protocollo di Kyoto già al 2012 (tabella 9.5). Le stesse azioni consentirebbero poi di mantenere sostanzialmente stabile il quadro emissivo anche negli anni seguenti in quanto il leggero *trend* alla crescita è principalmente da imputarsi al *pattern* mostrato dal settore traffico e, come tale, è affetto dalle incertezze caratterizzanti l'analisi di dettaglio con riferimento a previsioni temporali così a lungo termine.

Concludendo, è chiaro che la messa in cantiere di operazioni di questo tipo richiede un particolare indirizzo di politica energetica che non può prescindere da una accurata analisi del territorio e della disponibilità della risorsa e un corretto inquadramento delle possibili stazioni di cogenerazione.

Occorre sostanzialmente ponderare con la massima accuratezza ogni iniziativa in questo settore avendo la massima cura di verificare che come presupposto alla base di ogni intervento vi sia una solida iniziativa determinata a controllare ogni fase del processo produttivo: dalla gestione della filiera, alla cura nella gestione dei sistemi impiantistici, alla volontà di realizzare soluzioni tecnologiche caratterizzate dai più alti rendimenti.

Se le potenzialità connesse al reale abbattimento delle emissioni di gas climalteranti, al risparmio energetico, ai benefici in termini di bilancia commerciale anche a livello di macroarea, sono del tutto straordinarie, in virtù del vero e proprio *shift* che potrebbero generare, dall'acquisto di combustibile fossile estero alla gestione di combustibile rinnovabile endogeno, occorre però sempre cautelarsi a

fronte di incaute esposizioni ad un mercato, delle biomasse per usi energetici, che potrebbe in futuro rivelarsi altrettanto inaffidabile e fuori controllo come quello del petrolio.

In questo caso, l'unica sicura soluzione può essere individuata proprio nella diretta gestione di filiere energetiche dedicate.

In coerenza con questo assunto, Enià ha fatto pervenire una osservazione alla bozza di Piano [9.13], in cui è manifestata la disponibilità a “valutare la praticabilità di iniziative, dimensionalmente congrue, relative ai temi di grande attualità della microcogenerazione e degli impianti a biomasse”, individuando nella “filiera corta di chiusura virtuosa del ciclo di gestione ottimale” dei residui (*e.g.* sfalci e potature) e del relativo “recupero di energia”.

Nel documento è ricordato l'impegno profuso dalla stessa Enià, nonché sono giustamente citati gli eccellenti risultati conseguiti nel campo della raccolta differenziata, che rendono attualmente disponibili, nel territorio provinciale di Reggio Emilia oltre 40000 tonnellate anno proprio da sfalci e potature. Giova infine ricordare a questo proposito che, anche se questi sfalci non fossero portati a combustione, possibilmente in ambiente controllato, essi, imputrescendo, rilascerebbero in ogni caso in atmosfera il carbonio, loro elemento costitutivo fondamentale, sotto forma di anidride carbonica andando così a incrementare le emissioni climalteranti del territorio.

<b>Domanda Energetica</b>		1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Settore Trasformazioni Energetiche Settore Civile Settore Industriale Settore Trasporti Settore Agricolo		193	304	343	367	399	509	514	612	562	566	1012	1281	1377	1412	1457	1502	1547	1371	1371	1371	1371
		1467	1619	1825	1615	1719	1845	1867	1772	1845	1974	2043	2012	2034	2103	2044	2062	2080	2087	2095	2123	2181
		1600	1281	1363	1346	1473	1719	1902	1201	1253	1335	1392	1507	1633	1829	1847	1866	1886	1907	1929	2000	2141
		1217	1285	1317	1435	1472	1529	1568	1669	1686	1714	1736	1758	1816	1875	1933	1991	2050	2088	2126	2246	2462
		181	174	163	214	201	232	220	242	253	254	262	271	283	284	291	297	304	311	318	338	373
Settore P.A. Comune Reggio Emilia		214	194	200	206	217	213	219	221	222	239	256	246	257	264	271	278	281	283	284	288	295
Benefici da Cogenerazione		0	44	-47	66	39	115	121	68	-32	-92	-484	-328	-246	-257	-273	-288	-304	-480	-480	-480	-480
		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
<b>Totale</b>		4873	4901	5165	5248	5520	6161	6411	5785	5790	5989	6217	6746	7154	7511	7570	7708	7844	7567	7643	7887	8344
<b>Interventi</b>		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Benefici da Interventi Settore Civile														0	-1	-15	-35	-56	-78	-99	-163	-271
Benefici da Interventi Settore Industria														0	0	-16	-31	-47	-62	-78	-125	-203
Benefici da Interventi Settore Agricoltura														0	0	-1	-3	-3	-4	-5	-9	-16
Benefici da Interventi Settore P.A.														0	0	-18	-28	-36	-36	-36	-36	-36
Benefici da Interventi Settore Trasporti														-18	-37	-58	-80	-102	-104	-106	-112	-123
		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
<b>Totale</b>		4873	4901	5165	5248	5520	6161	6411	5785	5790	5989	6217	6746	7136	7472	7462	7531	7600	7282	7319	7442	7696
<b>Interventi</b>		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Benefici da 5 Stazioni a Biomasse Ind.																	-131	-262	-392	-654	-654	-654
Benefici da 5 Stazioni a Biomasse Civ.																	-111	-221	-332	-553	-553	-553
		(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
<b>Totale</b>		4873	4901	5165	5248	5520	6161	6411	5785	5790	5989	6217	6746	7136	7472	7462	7290	7117	6558	6111	6234	6489

Tab. 9.3: bilancio energetico Comune di Reggio Emilia dopo i diversi interventi previsti dal Piano Energetico e dopo l'applicazione degli Interventi Speciali (stazioni a biomasse)

Emissioni Climalteranti [CO <sub>2</sub> ]		1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
		[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Settore Trasformazioni Energetiche		49	78	89	93	97	108	102	119	111	113	202	253	270	277	286	295	304	273	273	273	273
Settore Civile		304	330	371	330	354	369	373	354	368	394	408	401	406	420	408	411	415	417	418	424	435
Settore Industriale		342	281	297	293	325	364	399	260	272	288	299	323	349	393	397	401	406	411	416	432	464
Settore Trasporti		278	293	300	327	336	349	358	381	385	391	396	401	400	428	441	454	468	476	485	512	562
Settore Agricolo		133	120	115	125	121	124	120	125	127	128	129	132	135	135	137	138	140	142	143	148	157
Settore P.A. Comune Reggio Emilia		46	41	43	44	46	45	46	47	47	50	54	52	54	56	57	58	59	59	60	60	62
Benefici da Cogenerazione		17	35	26	44	38	44	39	25	9	1	-79	-49	-37	-37	-40	-42	-45	-75	-75	-75	-75
Benefici Produzione Locale Energia		-32	-41	-62	-48	-57	-62	-62	-93	-101	-111	-279	-299	-303	-311	-322	-334	-345	-345	-345	-345	-345
<b>Totale</b>		1137	1137	1179	1209	1258	1341	1375	1217	1219	1253	1130	1214	1273	1359	1363	1382	1402	1358	1375	1430	1533
<b>Interventi</b>		[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Interventi Settore Civile														0	0	-3	-7	-12	-17	-22	-36	-60
Benefici da Interventi Settore Industria														0	0	-6	-12	-18	-24	-30	-49	-79
Benefici da Interventi Settore Agricoltura														0	0	0	-1	-1	-2	-3	-5	-8
Benefici da Interventi Settore P.A.														0	0	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
Benefici da Interventi Settore Trasporti													-4	-9	-9	-13	-18	-23	-24	-24	-26	-28
<b>Totale</b>		1137	1137	1179	1209	1258	1341	1375	1217	1219	1253	1130	1214	1269	1350	1336	1340	1343	1287	1292	1311	1353
Benefici da 5 Stazioni a Biomasse Ind.																	-28	-57	-85	-142	-142	-142
Benefici da 5 Stazioni a Biomasse Civ.																	-27	-53	-80	-133	-133	-133
<b>Totale</b>		1137	1137	1179	1209	1258	1341	1375	1217	1219	1253	1130	1214	1269	1350	1336	1285	1233	1122	1017	1036	1078

Tab. 9.4: quadro emissivo (emissioni climalteranti) Comune di Reggio Emilia dopo i diversi interventi previsti dal Piano Energetico e dopo l'applicazione degli Interventi Speciali (stazioni a biomasse)

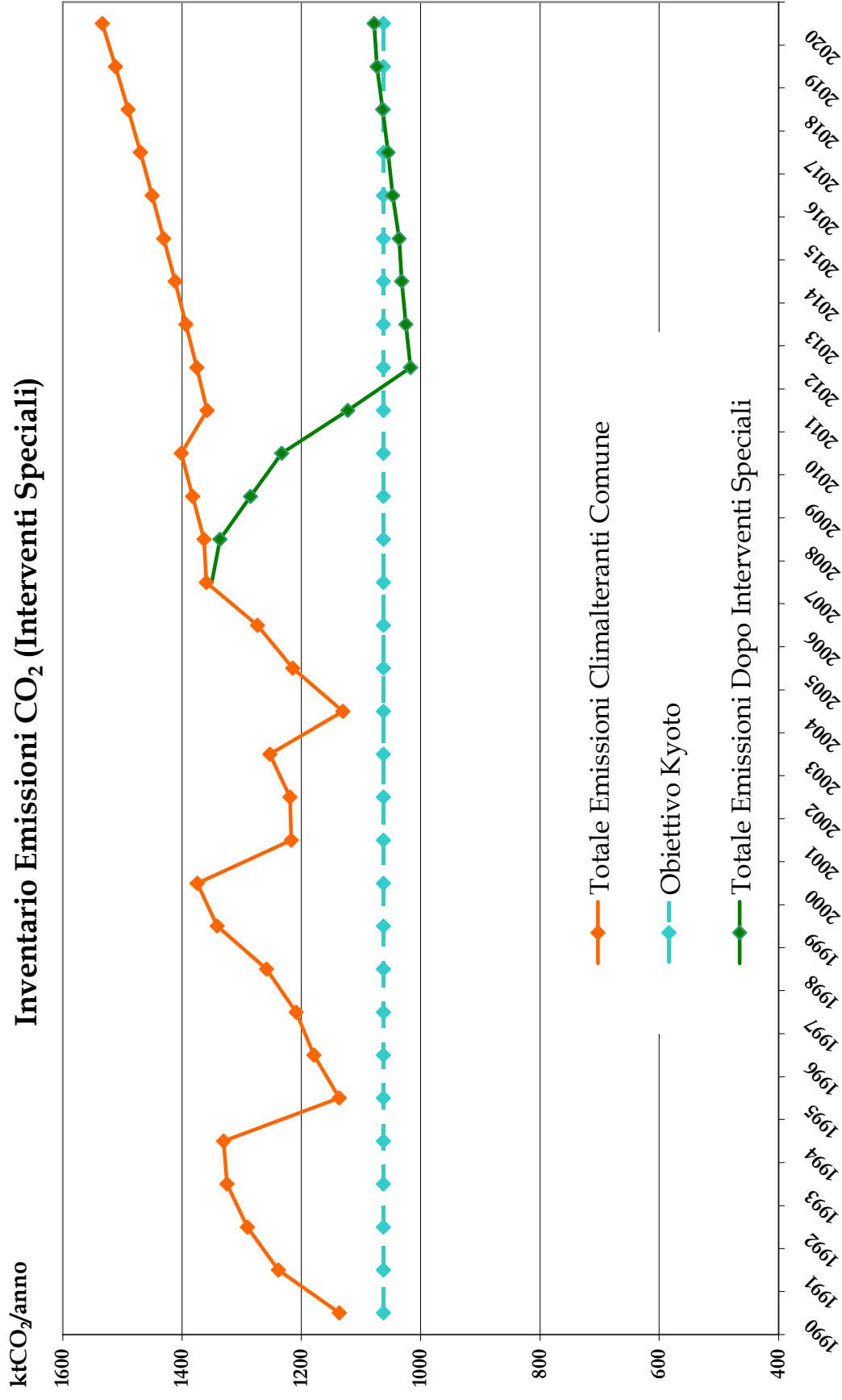
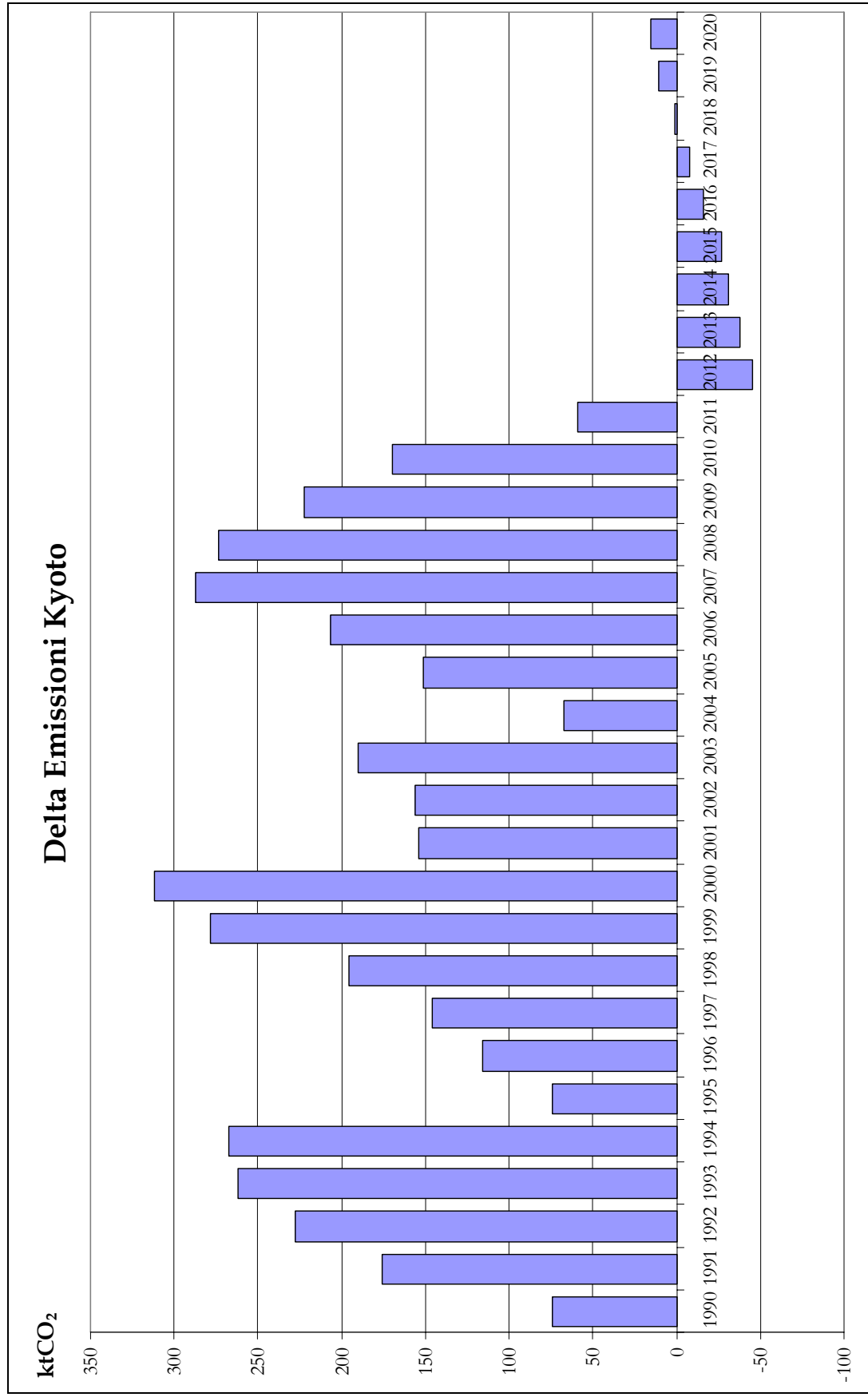


Fig. 9.9: archivio emissioni climalteranti Comune Reggio Emilia dopo i diversi interventi previsti da Piano Energetico e dopo l'applicazione degli Interventi Speciali (stazioni a biomasse).



Tab. 9.5: distanza tra i valori annuali emissioni climalteranti Comune Reggio Emilia - obiettivo Kyoto dopo i diversi interventi previsti da Piano Energetico e dopo l'applicazione degli Interventi Speciali (stazioni a biomasse).





## 9.8 BIBLIOGRAFIA

- [9.1] Regione Emilia Romagna, Assessorato alle Attività Produttive, Sviluppo Economico, Piano Telematico. Servizio Politiche Energetiche. Piano Energetico Regionale 2007.
- [9.2] Direttiva 2001/77/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 settembre 2001, sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
- [9.3] Direttiva 2002/91/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2002, sul rendimento energetico nell'edilizia.
- [9.4] Direttiva 2003/30/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, , dell'8 maggio 2003, relativa alla promozione dell'uso dei biocarburanti o di altri carburanti rinnovabili nei trasporti
- [9.5] Commissione delle Comunità Europee. Comunicazione della Commissione. Piano d'azione per la biomassa del 7 dicembre 2005. {SEC(2005) 1573}.
- [9.6] AEEG - Allegato A delibera n. 177/05 come rettificato dalla delibera n. 187/05.
- [9.7] Disposizioni di attuazione della decisione della Commissione europea C(2004) 130 del 29 gennaio 2004. Linee Guida per il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra ai sensi della direttiva 2003/87/CE.
- [9.8] Repubblica Italiana. D. Lgs. n. 387/2003 del 29 dicembre 2003. Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità. pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 25 del 31 gennaio 2004 - Supplemento Ordinario n. 17.
- [9.9] Repubblica Italiana. Legge Finanziaria. Legge n.244 del 24 dicembre 2007)
- [9.10] Acquirente Unico SPA: valore medio annuo del prezzo di cessione dell'energia elettrica, registrato nell'anno 2007.
- [9.11] G. Bizzarri, A. Riato. Sole, vento, terra; opportunità di investimento dall'energia rinnovabile. Convegno Legge Finanziaria 2008: novità ed effetti per le imprese Confronto Italia – Europa. Le novità nel settore dell'energia. Atti del Convegno LCA, Padova 31 gennaio 2008.
- [9.12] ] Direttiva 2004-156-CE 1 gennaio 2005-31 dicembre 2005. Allegato A. Coefficienti utilizzati per l'inventario delle emissioni di CO2 nell'inventario nazionale UNFCCC (media dei valori degli anni 2000-2003). 2004.
- [9.12] ] Direttiva 2004-156-CE 1 gennaio 2005-31 dicembre 2005. Allegato A. Coefficienti utilizzati per l'inventario delle emissioni di CO2 nell'inventario nazionale UNFCCC (media dei valori degli anni 2000-2003). 2004.
- [9.13] Enia. Lettera del Direttore Operativo all'Assessorato Ambiente e Città Sostenibile del Comune di Reggio Emilia. 26 settembre 2008.





# 10

## Appendice II

**“Potential in GHG emissions abatement through  
an effective energy policy: the Reggio Emilia case”**

**International Conference  
“The Sustainable City”  
Skiathos, Greece, September 2008**





## Potential in GHG emissions abatement through an effective energy policy: the Reggio Emilia case

Giacomo Bizzarri <sup>1</sup>, Vittorino Belpoliti <sup>1</sup>, Alex Pratissoli <sup>2</sup>, Paola Pastore <sup>1</sup>, Guido Prearo <sup>1</sup>, Michele Bottarelli <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara, Via Quartieri 8, 44100 Ferrara, Italy*

<sup>2</sup> *Comune di Reggio Emilia, Piazza Prampolini Carlo 1, 42100 Reggio Emilia, Italy*

### Abstract

Enhancing the buildings energy performance is one of the key actions that should be pursued to achieve the Kyoto target. In Italy, energy requirements of the residential sector, in fact, represent about forty percent of the overall energy balance. The majority of this consumption could be avoided by simply providing strict building-design guidelines and promoting energy efficiency in existing buildings through proper energy retrofit interventions. The achievement of higher standards for households heating and cooling has the highest potential to lower the related primary energy consumptions and green house gases (GHG) emissions. This article focuses on an original energy policy that has been issued in the municipality of Reggio Emilia, Italy, called *riduCO2*. Several reasons make this project innovative. First, the certification method has been processed through and verified by a quality international agency; secondly the procedure is assisting financial-incentive policies both on mandatory (European Directive 2002/91/CE) and voluntary basis (Municipality Protocol ECOABITA); finally it allows to obtain eligible credits for avoided emissions that can be negotiated on the CO<sub>2</sub> exchange market. Acknowledged the amount of actions, that are normally scheduled in the municipality throughout a year, it has been evaluated the benefit, in terms of environmental improvement, that should descend from *riduCO2* protocol, projecting their trend in future years up to 2020 as well. The entire procedure has been developed in accordance to the parameters given by UNFCCC for these kinds of analyses.

*Keywords: Households energetics; GHG abatement; support energy policies*

## 1 Introduction

The Municipality (Comune) of Reggio Emilia has recently adopted a voluntary building energy-consumption certification method called ECOABITA<sup>®</sup>, aiming to promote energy efficiency in buildings over its jurisdiction.

The project ECOABITA integrates the national legislation, on a voluntary basis, with further requirements acknowledging the conclusions given by a previous Agreement Protocol [1] stipulated by local public and private Subjects. Specifically, an ECOABITA certified building requires, for winter heating, not to exceed the 70% of the limit value (related to each specific building typology) calculated in accordance to the Legislative Decrees on building energy efficiency (192/05 and 311/06 [2]). This article reports and explains methodologies and objectives of the project riduCO<sub>2</sub>, built under the ECOABITA framework.

The expected Carbon Dioxide reduction, achieved thanks to the improved energy efficiency in buildings, allowed by the application of ECOABITA rules, is assessed with reference to a set of quantitative and qualitative performance criteria. The main scope of riduCO<sub>2</sub> project is to make ECOABITA procedure compliant to the requirements of the regulation UNI ISO 14064-2 [3] with regard to the methodology of quantification, monitoring and reporting the reduction of CO<sub>2</sub> emissions, through a proper procedure.

Hopefully, this protocol will allow to verify the effective GHG emission reduction possibly attaining CO<sub>2</sub> credits on the energy stock market.

## 2 Methodology and definition of the baseline

In reference to the mitigation of carbon dioxide emission from building, at a global scale, Mark D. Levine, Lynn Price [4], and Nathan Martin highlighted, through a forecast over the period 1990-2020, there is a risk, with no strict regulation, that CO<sub>2</sub> emissions will nearly double. W.L. Lee and F.W.H. Yik [5] state the importance of such norms and regulations. Their study underlines the importance of promoting energy efficiency in buildings on a voluntary basis. Milou Beerepoot and Niels Beerepoot [6] conducted an analysis evaluating the necessity, as a next step of improvement of the governmental regulation on energy efficiency, of promoting innovation in the building technology manufacturing sector, toward the objective of a strong reduction of CO<sub>2</sub> emission. As preliminary survey over the territory of the entire region Emilia Romagna, the 2007 report of Repro [7], a project conducted within the IEE framework by Regione Emilia Romagna with the partnership of ECUBA, is a relevant database of energetic assessment to start from.

In order to assess the effectiveness of such an energy policy, estimating the expected energy and environmental benefits, it was required to depict the state-of-the-art scenario characterizing the city. A deep survey of the territory has been hence pursued with the aim of identifying this reference scenario. At a second stage, the main CHP thermal-electric plants, which provide electricity and heating to the city net, had to be investigated by developing both an energetic

and exergetic analysis finally outlining the energetic and emission profile of the city.

The Municipality of Reggio Emilia, together with local energy providers have completed, in April 2007, a survey over the household in the municipal territory, especially focusing on the energy efficiency of their envelopes. The results of these audits are presented in two documents: the first reports statistical data on local buildings, the second evaluates energy consumption for heating and domestic hot water of a sample of 1400 houses and buildings connected to the net of district heating. The findings of the previous analysis, even if affected by approximation coming from the heterogeneous sample, give a first reference value of 170 kWh/m<sup>2</sup> year as the average thermal energy demand associated to indoor heating.

A similar analysis, even if based on the survey of a smaller group of buildings, had already been conducted in 2006 by the Municipality of Reggio Emilia in relation to the upcoming modification to the building code of the Municipality. In that case, it had been surveyed the energy consumption for heating supply of 120 houses, built in the municipal area, more recently (from 1991 on) than the many case-studies mentioned above. The results, divided by building typology, identify an average energy consumption value, related to heating supply, around 130 kWh/m<sup>2</sup> year. Personal communication from Enia [8], the main local energy provider, gives fundamental information about the energy balance of the residential sector. The Enia database provides the amount of natural gas consumptions related to domestic uses (*e.g.* cooking and sanitary water), domestic indoor heating, office indoor heating and district heating for the period 2001-2006. A study [9] preliminary to the Official Municipal energy plan [10], confirms the previous data, also extending the database to the 1995-2000 period. Other important references used in the analyses are the latest yearly Environmental Balance reports produced by the environmental offices of Comune di Reggio Emilia [11].

All the previously cited data have been organized and transformed into homogeneous tables and datasheet by the recently finished Official Municipal energy plan [10]. The primary energy demand and the GHG emissions related to the district heating has been accounted to residential, rather than industrial, sector since the district net mainly serves this kind of end uses.

The use of other kinds of fossil fuel in the dwelling sector is rather moderate; a first report issued by local municipalities and energy providers [12] shows an esteem of the buildings heated by oil-fed or liquid petroleum gas (LPG)-fed boilers in the whole territory of the Provincia di Reggio Emilia. This data have been adapted to the smaller size of the Municipality of Reggio Emilia by proportioning them to the number of inhabitants.

This assessment of the general frame has endorsed the subdivision of thermal energy consumers, concerning the dwelling and service building sector until the year 2006, in three groups:

- group A: 59053 end users (70,1%) provided by individual gas-fired boilers.
- group B: 1405 end users (1,7%) provided by boilers fed by different fossil fuels (843 gasoline-fired boilers, 562 LPG-fired boilers).



- group C: 23769 end users (28,2%) provided by a district heating (fed by heterogeneous fuels: 87% natural gas *versus* 13% rubbish fuel) consisting of both CHP and simple thermal plants.

Once defined the technological characteristics of the plant systems set for the different groups (Table 1), it has been possible to evaluate the energy balances with reference to the baseline scenario.

The reference thermal efficiency proposed for the systems connected to the city district heating has been determined in accordance with the following expressions:

$$\eta_{ic} = \frac{E_T}{\alpha_T E_P} \quad (1)$$

where:

$E_P$  is the primary energy required to feed all the power plants needed by the net of district heating (reference year 2006);

$E_T$  is the whole thermal energy provided to the final consumers by the net of district heating (reference year 2006);

$\alpha_T$  thermal exergy allocation coefficient

Group	System	Thermal efficiency $\eta_t$ %
A	gas-fired boilers	85
B	other boilers	85
C	district heating	*

\* determined in accordance to the procedure defined in paragraph 3.3

Table 1: systems main characteristics

Stated the energy balances, the related emission scenario has been determined in reference to the forecast of CO<sub>2</sub> emissions given by the UNFCCC, by the Directive 2004-156-EC [13], by the databank APAT [14], and by the literature reference [15]. The conversion factor are shown in table 2:

	CO <sub>2</sub> emission factor [t <sub>CO2</sub> /MWh]	oxidation / conversion factors	net calorific value [kWh/smc] [GJ/t]
Natural gas	0.200	0.995	9.81
Gasoline	0.268	0.990	42.62
Liquid petroleum gas	0.225	0.990	46.15
Waste	0.176	0.980	15.00

Table 2: fuel coefficients and net calorific value

### 3 Energy balance of the baseline scenario

#### 3.1 Group A: end users provided by gas-fired boilers

This group accounts for the grates part of the users, and comprehends consumers belonging to the dwelling and service building sector. Since the year of building completion and of HVAC system installation ranges significantly, it is necessary to provide a simplified approach.

Hence, for the group it has been assumed the installation of a heater characterized by an average thermal efficiency of 85%. The energy balance gives:

$$Q_{PA} = \frac{Q_{TA}}{\eta_{IA}} \quad (2)$$

where:

$Q_{PA}$  is the primary energy requirements for buildings in group A;

$Q_{TA}$  is the thermal energy requirements for buildings in group A;

$\eta_{IA}$  is the thermal efficiency of the gas-fired boilers providing heating to households in group A.

In reference to the values in table 2, the specific emissions related to the production of thermal energy are:

$$e_A = 0.236 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}_t$$

#### 3.2 Group B: end users provided by different fossil fuels

This group is relatively marginal. As for group A, the difficult classification of the real range of building completion and HVAC system installation, endorses the assumption of a reference system characterized by a conventional thermal efficiency of 85%. The energy balance yields:

$$Q_{PB} = \frac{Q_{TB}}{\eta_{IB}} \quad (3)$$

where:

$Q_{PB}$  is the primary energy requirements of buildings in group B;

$Q_{TB}$  is the thermal energy requirements of buildings in group B;

$\eta_{IB}$  is the thermal efficiency of the gas-fired boilers providing heating to households in group B.

Similarly, regarding the values in table 2, it is possible to determine the specific emissions related to the production of thermal energy for these kinds of end uses:

$$e_{B-Gasoline} = 0.318 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}_t$$

$$e_{B-LPG} = 0.267 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}_t$$

while the same factor weighted in relation to the percentage of end users given in chapter 2,

$$e_B = 0.298 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}_t$$

### 3.3 Group C: end users directly connected to district heating

The evaluation of the energy balance for group C is particularly complex due to the heterogeneous technologies involved in the district heating. The district heating supply is allowed by three CHPs (one combined-cycles plant and two single-cycle-plants, among which fed mostly by natural gas and in minimum part by city waste) and three other thermal plants fed by gas. Hence, each power plant is identified by its own technological characteristics (*i.e.*: different efficiencies, sizes, emissions, possibility of cogeneration and trigeneration).

Therefore it was required the definition of a procedure capable of a comprehensive evaluation of the energy balance and the net emission scenario.

Three main references have been considered for this scope: two personal communications from Enia [8], a study on the environmental impact of the new combined cycle plant [16] and a report on the activities of Enia [17] in the years 2007-2010.

The main complexity regards the definition of the weight, in terms of primary energy consumption and polluting emissions, that has to be assigned to the production of thermal energy in this heterogeneous scenario, where the plant systems supplying the city net are many and diverse.

Therefore, the net has been considered as a unique large technological powerplant, supplied by different fuels, whose thermal and electrical energy productions were equal to the sum of the output values of each powerplant.

However, electrical and thermal energy should not be considered in the same way, being the first more valuable since it can be use for multiple purposes. Consequently, an exergy analysis has been developed, making homogeneous all the different forms of energy appearing in the balances. The basic principles of such an analysis aim to evaluate the exergy introduced in the process (at first approximated equal to the fuel chemical energy), the exergy related to the provided electrical energy (assumed equal to the electrical energy itself), and the exergy associate to the provided thermal energy, the last evaluated in accordance to the thermal level of the fluid available at the condenser through the Carnot coefficient  $\tau$ :

$$\tau = 1 - \frac{T_{AMB}}{T_{MU}} \quad (4)$$

where:

$T_{AMB}$  is the ambient temperature, assumed equal to 293 degrees Kelvin

$T_{MU}$  is the logarithmic mean temperature of the thermal user, assumed equal to 373 degrees Kelvin (assuming, coherently with the study, to use the heat produced by thermal-electric plants only for district heating, and not for industrial processes).

The exergy allocation coefficients, to be used to give the proper weight to the different forms of energy, in order to accurately evaluate the energy and environmental benefits, can be calculated applying the following formula [16, 18]:

\_ electrical exergy allocation coefficient (2006 value):

$$\alpha_E = \frac{\eta_E}{(\eta_E + \tau \cdot \eta_T)} = \frac{\eta_E}{\left( \eta_E + \left( 1 - \frac{T_{AMB}}{T_{MU}} \right) \cdot \eta_T \right)} = 0,860 \quad (5)$$

where:

$\eta_T = 0,260$  is the thermal efficiency of the district heating plants park (2006),  
 $\eta_E = 0,341$  is the electrical efficiency of the district heating plants park (2006),

$\tau$  thermal exergy allocation coefficient (2006 value):

$$\alpha_T = 1 - \alpha_E = 0,140 \quad (6)$$

The calculated efficiency data and coefficients represent a reference for the whole six district heating plant park, and are clearly influenced by the three boilers (not thermal-electric production).

The energy balances governing the district heating park can be simply resumes throughout the two following expressions:

$$E_P = \frac{E_T}{\eta_T} \quad (7)$$

$$E_P = \frac{E_E}{\eta_E} \quad (8)$$

where  $E_E$  is the sum of the electrical energy produced by the thermal-electrical systems and the one saved thanks to cold provided by district heating in summer (minimizing the work of the compression chillers).

Given the amount of electricity and thermal energy provided by the district plants to the end users of group C, thermal exergy allocation coefficient, and the demand of primary energy used to fed the six plants, it is possible to find the characteristic emission factors of group C simply applying the factors of table 2.

$$e_C = \frac{\alpha_T G}{E_T} = 0,140 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}_t \quad (9)$$

where:

$G = 269,7 \text{ kt CO}_2$  represents an esteem of the total amount of  $\text{CO}_2$  emissions from the district plant park.

#### 4 Energy and environmental analyses - results

Assuming  $130 \text{ kWh/m}^2 \text{ year}$  as the average reference value, given by literature [7], of indoor heating in recent buildings, it is possible to evaluate the energy and environmental benefits that should occur, at first, as a requirement of the national norms, then from the voluntary application of ECOABITA constraints. All these

procedures have been continuously monitored, and finally certified by the independent international certification agency Bureau Veritas<sup>®</sup>.

Before calculating the expected energy benefits from the application of the Italian norms it is necessary to have defined the sample of the esteem. For this aim, the municipality of Reggio Emilia has provided a report [19] estimating the yearly average numbers of new lodgings (1100) and of buildings subjected to refurbishment in recent past. By considering an average indoor net surface of 75 m<sup>2</sup> for each lodging, the following assumptions have been considered in the analyses:

- indoor floor surface of new lodgings yearly built in the municipality of Reggio Emilia: 82500 m<sup>2</sup>
- indoor floor surface of households yearly subjected to refurbishment in the municipality of Reggio Emilia: 25000 m<sup>2</sup>.

It is reasonable to assume that a total amount of  $S = 107500 \text{ m}^2$  of indoor surfaces of new lodgings and refurbishment buildings will be yearly subjected to the national norm D.Lgs. 311/2006 [2].

#### 4.1 The mandatory requirements from the national norms

Two recent National laws have fixed mandatory requirements for energy consumptions of new buildings and households subjected to considerable refurbishment [2]. Different threshold values for building heating have been given depending on the location of the buildings (*i.e.* through the definition of a parameter describing how severe is the winter climate of the site) and on a shape coefficient describing the compactness of the structures (*i.e.* through a parameter given by the ratio of the sum of the surfaces constituting the frontier of the building envelope and the volume heated in the same building). The same thresholds will become more and more severe from 2008 to 2010.

For instance, the heating energy yearly required for a building with a medium aspect ratio of 0,5 m<sup>-1</sup> (meaning that the sum of the frontier surfaces of the building envelope equals one half of the heated volume), located in Reggio Emilia, must be as much as 76 kWh/m<sup>2</sup> year for new buildings and refurbishments undertaken in 2008, 2009, decreasing at 67 kWh/m<sup>2</sup> year in 2010 (Tab. 3). These upper thresholds are called *Epi* (Energy Performance index) [2].

	D.Lgs.311-2006		voluntary reduction %	ECOABITA	
	2008 - 2009 [kWh/m <sup>2</sup> *y]	2010 [kWh/m <sup>2</sup> *y]		2008 - 2009 [kWh/m <sup>2</sup> *y]	2010 [kWh/m <sup>2</sup> *y]
Class C			70	53	47
Class B			50	38	34
Class A	76	67	30	23	20
Class A+			15	11	10

Table 3: thresholds values given by Italian norms [2] (*Epi*) and by ECOABITA, for a building in Reggio Emilia, characterized by an aspect ratio of 0,5 m<sup>-1</sup>.

The following hypothesis have then been adopted in the analyses:

- indoor floor surface of sample of the buildings: 107500 m<sup>2</sup> (equal to the total surface of indoor spaces yearly subjected to the new national norm [2]);
- average aspect ratio of the buildings: 0,5 m<sup>-1</sup> ;
- energy efficiency of the buildings: the lodgings simply feature *Epi* limits given by the norm;
- reference value for older trend of building energy efficiency: 130 kWh/m<sup>2</sup> year.

The energy benefits are evaluated simply computing the avoided consumptions allowed thanks to the adoption of the new more severe mandatory regulation with respect to the older trend.

$$E_S = S [130(kWh / m^2 year) - E_{pi}] \quad (10)$$

where:

$E_S$  is the primary energy saved thanks to the application of the Italian norm [2] in the lodgings of Reggio Emilia municipality.

To determine the environmental benefits in terms of avoided CO<sub>2</sub> emissions, it should be considered that heating is provided by different plants distributed in the sample, in proportion to the value given in Chapter 2. Acknowledged the specific emissions related to the different technologies, it is immediate to calculate the CO<sub>2</sub> emissions reduction  $\Delta_{CO2}$  :

$$\Delta_{CO2} = 0,701E_S e_A + 0,017E_S e_B + 0,282E_S e_C \quad (11)$$

Where 0,701, 0,017 and 0,282 are the distribution factors in the examined sample, respectively of gas-fired boilers, other-fuel-fired boilers and district heating.

Table 4 sows results in terms of primary energy savings and CO<sub>2</sub> emission abatement that is expected to be gained by simply respecting the new national norm [2] in the period 2008-2010.

	2008	2009	2010
	[MWh/m <sup>2</sup> *y]	[MWh/m <sup>2</sup> *y]	[MWh/m <sup>2</sup> *y]
$E_S$	5805	5805	6773
	[kt <sub>CO2</sub> *y]	[kt <sub>CO2</sub> *y]	[kt <sub>CO2</sub> *y]
$\Delta_{CO2}$	1219	1219	1422

Table 4: primary energy savings and CO<sub>2</sub> emission abatement from the respect of the national norm.

## 4.2 The ECOABITA Protocol

A similar procedure has then been adopted to evaluate the further benefits that should be obtained by the application of ECOABITA voluntary certification. However, in this new procedure it is necessary to change the reference value from the one given by the older trend of building energy efficiency [7] to the one

expected by the respect of the national norm [2]. The ECOABITA certification system, in fact, introduces 4 energy-classes, from C to A+, keeping the same two parameters (climate parameter and aspect ratio) adopted by the national norm, certifying growing upgrading of the building energy efficiency with respect to the limits given by D.Lgs311-2006 [2].

Table 3 provides the various thresholds values for the  $0,5 \text{ m}^{-1}$ -aspect-ratio building considered in the analyses.

Furthermore, since ECOABITA works on a voluntary basis, it is relevant to try to forecast the distribution in energy-classes of the building run through the certification system.

Two main references have been considered in the elaboration of this prediction: a study undertaken at the Faculty of Architecture of the University of Ferrara [20], which demonstrated the highest cost effectiveness of class B buildings, and moreover, the application of the new Local Building Code [21]. The last hypothesis is based on the concern that any new building will require the ECOABITA certification, as a consequence of the adjustment to the Local Building Code which has modified the attainment of the volumetric benefit for buildings, to the achievement at *minimum* of the class C. Hence, the embraced hypothesis plans a progressive increment of class B from 10% to 20%, without considering classes A and A+, in line with the following trend for energy-classes of new/retrofitted buildings in the period 2008 to 2010:

	ECOABITA		
	2008	2009	2010
	[%]	[%]	[%]
Class C	90	85	80
Class B	10	15	20
Class A and A+	0	0	0

Table 5: energy-classes of new/retrofitted buildings in the period 2008 to 2010.

Again, the following hypothesis have then been adopted:

- indoor floor surface of sample of the buildings considered in the analysis:  $107500 \text{ m}^2$  (the same of paragraph 4.1);
- average aspect ratio of the buildings:  $0,5 \text{ m}^{-1}$  ;
- energy efficiency of the buildings: the lodgings reach ECOABITA classes in accordance with the scenario depicted in table 5;
- reference value for older trend of building energy efficiency: respect of  $E_{pi}$  limits given by the norm (Tab. 3).

The energy benefits are then computed with reference to the scenarios defined in Table 5.

$$E'_S = S[(E_{pi} - E_{pi-classC})f_C + (E_{pi} - E_{pi-classB})f_B] \quad (12)$$

where:

$E'_s$  is the primary energy saved thanks to the application of the ECOABITA protocol in the lodgings of Reggio Emilia municipality,  
 $E_{pi-classC}$  is the threshold value for class C given by ECOABITA,  
 $E_{pi-classB}$  is the threshold value for class B given by ECOABITA,  
 $f_c$  is the fraction of the lodgings reaching class C,  
 $f_B$  is the fraction of the lodgings reaching class C,

The same procedure of paragraph 4.1 has been adopted to determine the amount of avoided CO<sub>2</sub> emissions, considering that heating is provided in the sample in accordance to the plant distribution defined in Chapter 2.

The environmental balance yields the CO<sub>2</sub> emissions reduction  $\Delta'_{CO_2}$  :

$$\Delta'_{CO_2} = 0,701E'_s e_A + 0,017E'_s e_B + 0,282E'_s e_C \quad (13)$$

Table 6 finally shows the primary energy savings and CO<sub>2</sub> emission abatement obtained in the period 2008-2010, thanks to ECOABITA protocol adoption.

	2008	2009	2010
	[MWh/m <sup>2</sup> *y]	[MWh/m <sup>2</sup> *y]	[MWh/m <sup>2</sup> *y]
$E_s$	2634	2714	3397
	[kt <sub>CO2</sub> *y]	[kt <sub>CO2</sub> *y]	[kt <sub>CO2</sub> *y]
$\Delta_{CO_2}$	553	570	713

Table 6: primary energy savings and CO<sub>2</sub> emission abatement from ECOABITA protocol application.

## 5 Discussion and conclusions

This paper presents the first results and forecasted benefits, achieved by *riduCO2*, an energy policy issued by the municipality of Reggio Emilia, Italy, aiming to evaluate CO<sub>2</sub> emissions reduction in relation to building energy consumption. The evaluation method has been developed in accordance to the parameters given by UNFCCC and finally certified by an by an international agency (Bureau Veritas). The innovation lays in its financial-incentive policy: operating both on mandatory and voluntary basis (Protocol ECOABITA), possibly it will allow to obtain eligible credits for avoided emissions that can be negotiated on the CO<sub>2</sub> exchange market. The same procedure has been recently applied to the Official Municipal Energy Plan of Comune di Reggio Emilia.

Following a survey of the state-of-the-art of the territory and an assessment of the reference scenario, an energetic and exergetic analysis have evaluated the benefit, in terms of environmental improvement, that should descend from *riduCO2* protocol, projecting their trend in future years up to 2020. A similar method has then been adopted to evaluate the further benefits that could be obtained by the application of ECOABITA voluntary building certification system. The reduction of carbon dioxide emission and the energetic savings, by lower usage of fossil fuel, will be finally accounted as white certificates, paying-off the agencies (such as ESCO) that promote and accomplish them.



## References

- [1] Regione Emilia Romagna, Provincia di Reggio Emilia, Comune di Reggio Emilia, Comune di Bagnolo in Piano, ACER, Agreement Protocol.
- [2] Repubblica Italiana, D.Lgs 29th of December 2006, n. 311. G. U. n.26.
- [3] Italian Norm: UNI ISO 14064-2, Greenhouse gases - Part 2: Specification with guidance at the project level for the quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions and removal enhancements.
- [4] Mark D. Levine, Lynn Price, Nathan Martin: "Mitigation options for carbon dioxide emissions from buildings. A global analysis". Energy Policy n. 24, 1996.
- [5] W.L. Lee, F.W.H. Yik: "Regulatory and voluntary approaches for enhancing building energy efficiency". Progress in Energy and Combustion Science n. 30, 2004.
- [6] Milou Beerepoot, Niels Beerepoot. "Government regulation as an impetus for innovation: Evidence from energy performance regulation in the Dutch residential building sector". Energy Policy n. 35, 2007.
- [7] IEE report. Regione Emilia Romagna and ECUBA: "State of the art: regional energy management structures – cluster management, sustainable energy strategies, policy instruments and action fields. Emilia Romagna, Italy". Repro project - IEE report, 2007.
- [8] Enia. Personal Communications, 15-05-2007 and 30-08-2007.
- [9] Issi. Studio propedeutico al Piano energetico Comunale di Reggio Emilia. march 2003.
- [10] G. Bizzarri: "Piano Energetico Comune di Reggio Emilia", maggio 2008. Comune di Reggio Emilia.
- [11] Comune di Reggio Emilia. Bilanci Ambientali. Anni 2005 - 2007.
- [12] Comune di Reggio Emilia, Provincia di Reggio Emilia, Enia. Analisi dello stato degli edifici e delle abitazioni nel Comune di Reggio Emilia – potenziale derivante dalla vendita delle quote di CO<sub>2</sub> - primi elementi di valutazione. 2007.
- [13] Direttiva 2004-156-CE 1 gennaio 2005-31 dicembre 2005. Allegato A. Coefficienti utilizzati per l'inventario delle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'inventario nazionale UNFCCC (media dei valori degli anni 2000-2003). 2004.
- [14] APAT, Centro Telematico Nazionale Atmosfera Clima Emissioni. [www.inventaria.sinanet.apat.it/macrosettori.php](http://www.inventaria.sinanet.apat.it/macrosettori.php) . last visited 23-08-2007.
- [15] Riccardo Battisti: Evaluation of national climate change policies in EU member states - Country report on Italy, Ecofys, luglio 2001.
- [16] Ambiente Italia. Rapporto sull'inquadramento ambientale ed energetico della nuova centrale turbogas da 55 MWe del Comune di Reggio Emilia. Jan 2004.
- [17] Enia. Prospettive del teleriscaldamento a Reggio Emilia (2007-2010). March 2006.
- [18] Dentice d'Accadia M., Sasso M., Sibilio S., Vanoli R.. Applicazioni di Energetica. Liguori Editore. Napoli 1999.
- [19] Comune di Reggio Emilia, Assessorato Urbanistica, personal communication, July 2007.
- [20] Rinaldi A., Rava P., Gabrielli L.. Personal Communication September 2005.
- [21] Local Building Code - Comune di Reggio Emilia





# 11

## Appendice III

**“Il Piano Energetico del Comune di Reggio Emilia:  
azioni e strategie per il rispetto degli obiettivi di Kyoto”**

**Il congresso Nazionale AIGE  
Associazione Italiana  
Gestione Energia Pisa, 4-5 Settembre 2008**





## IL PIANO ENERGETICO DEL COMUNE DI REGGIO EMILIA: AZIONI E STRATEGIE PER IL RISPETTO DEGLI OBIETTIVI DI KYOTO

Giacomo Bizzarri

*Università di Ferrara, Dipartimento di Architettura, Via Quartieri 8, 44100 Ferrara*

### ABSTRACT

La memoria presenta una sintesi del Piano Energetico del Comune di Reggio Emilia. La preparazione di un Piano Energetico costituisce normalmente una operazione relativamente semplice che, recependo le peculiarità del territorio, prova a definirne linee guida per il suo sviluppo futuro. La peculiarità di questo lavoro può essere individuata nel tentativo di introdurre un approccio più rigoroso che, partendo da dati di letteratura, consentisse la preparazione di un modello energetico calibrato sul territorio. La conoscenza di questo modello è risultata essere il frutto di operazioni particolarmente complesse, ma ha consentito una lettura approfondita dello stato di fatto energetico del territorio e una accurata elaborazione degli scenari tendenziali di evoluzione dei consumi e delle emissioni inquinanti e climalteranti.

Una volta definite le linee di indirizzo per gli interventi di politica energetica che l'Amministrazione Comunale di Reggio Emilia prevede di adottare nei prossimi anni, sono state sviluppate opportune simulazioni al fine di determinare i benefici attesi in termini di minore domanda di energia primaria fossile e di minori emissioni inquinanti. L'imposizione di una metodologia rigorosa, vagliata, su base arbitrale, da un noto Ente Internazionale, ha certificato la correttezza delle procedure seguite, dichiarandole conformi ai requisiti della norma UNI ISO 14064-2, relativa alla metodologia di quantificazione, monitoraggio e rendicontazione della riduzione delle emissioni di anidride carbonica, rendendole così adeguate al futuro ottenimento di titoli per l'efficienza energetica e/o di certificati ad essa connessi.

### 1 INTRODUZIONE

Nella memoria sono sinteticamente riassunte le conclusioni del lavoro di redazione del Piano Energetico Comunale di Reggio Emilia [1].

I lavori, durati da settembre 2006 a marzo 2008, hanno consentito di determinare il bilancio energetico del Comune attraverso una approfondita ricostruzione della domanda energetica caratterizzante i principali macrosettori: settore generazione energia elettrica, settore civile (residenziale e terziario), settore industriale, settore agricolo, settore trasporti, settore Pubblica Amministrazione. Per ciascuno di questi macrosettori sono stati stimati fabbisogni energetici ed emissioni inquinanti e climalteranti, giungendo infine a disaggregare questi dati in relazione ai diversi usi finali (e.g. fabbisogno energia elettrica, fabbisogno riscaldamento, illuminazione, etc).

Il lavoro preliminare ha richiesto una intensa attività di ricerca, connessa con la raccolta di dati spesso incompleti e disomogenei. Per superare queste incongruenze, diverse procedure sono state adottate, consentendo la ricostruzione indiretta dei *trends* evolutivi della domanda in tutti i casi in cui i dati non si rilevavano sufficientemente esaustivi.

Il lavoro ha infine consentito di costruire un accurato "modello energetico" capace di descrivere non soltanto lo stato di fatto e la sua genesi, dal 1990 ad oggi, ma anche di simulare le sue possibili evoluzioni con riferimento a diversi scenari dettati dall'adozione delle politiche energetiche che l'Amministrazione Comunale intende intraprendere.

### 2 METODOLOGIA

Una delle fasi più difficili nella redazione del Piano

Energetico ha conciso con la raccolta dei dati, spesso incompleti, sempre disomogenei, a volte contraddittori. L'intenso lavoro di armonizzazione delle fonti ha richiesto di stabilire prioritariamente quali fossero i riferimenti più autorevoli, e quindi prioritari.

Alcuni documenti hanno fornito indicazioni "trasversali" a tutti i macrosettori, tra questi, i principali sono stati lo Studio propedeutico al Piano Energetico Comunale [2] e gli ultimi Piani Energetici della Regione Emilia-Romagna [3-4], con particolare riferimento a quello recentemente approvato dalla stessa Assemblea Regionale [3]. Altri documenti [5], pubblicati dalla Amministrazione Comunale, hanno consentito ricostruzioni per via indiretta o verifiche di dati parziali recepiti da altre fonti sul territorio, così come le comunicazioni del principale *energy provider* locale si sono rivelate utilissime a ricostruire l'andamento della domanda soprattutto nel settore civile, in quello industriale e nelle utenze della Pubblica Amministrazione.

#### Il settore della generazione dell'energia elettrica

Questi ultimi dati si sono rivelati molto utili nella descrizione del più strategico dei macrosettori: quello della generazione dell'energia elettrica. La conoscenza di questo settore costituisce un elemento cruciale nella definizione del modello, in quanto condiziona fortemente i parametri di confronto che vengono di norma adottati nei documenti di pianificazione energetica quali, ad esempio, le emissioni specifiche associabili ai diversi utilizzatori finali, o il rendimento di impianto da attribuire nel caso di utenze allacciate alla rete di teleriscaldamento. A questo proposito, Reggio Emilia è una delle città che, storicamente, ha sempre investito nel "*district heating*" risultando oggi essere la terza città d'Italia come numero di utenze allacciate alla rete di

teleriscaldamento, la prima per quanto concerne quelle asservite dal teleraffrescamento. La conoscenza del parco centrali in esercizio [6-8] ha consentito di elaborare una stima complessiva sul servizio energetico reso da questi impianti alla cittadinanza. In particolare, al 2006, risultano essere in funzione sei centrali di cui tre di tipo cogenerativo, due dedicate al solo teleriscaldamento, una centrale termica ausiliaria. Le centrali di cogenerazione, a loro volta, sono una centrale a cicli combinati di media taglia (55 MW<sub>e</sub>), una a ciclo semplice (19 MW<sub>e</sub>), entrambe alimentate a gas naturale oltre a un termovalorizzatore (4 MW<sub>e</sub>), oggetto di un vivace dibattito locale. Le stazioni di teleriscaldamento, a loro volta alimentate a gas naturale, mostrano taglie variabili dai 23 ai 58 MW<sub>t</sub> cumulando le potenze termiche rese durante il normale esercizio e quelle di sola integrazione. La valutazione di parametri energetici descrittivi per il settore risulta quindi essere una operazione particolarmente complessa a causa della eterogeneità delle tecnologie operanti. Tutte le centrali, infatti, sono caratterizzate da diverse dimensioni e assetto di esercizio, nonché da differenti rendimenti e fattori di emissione. Si è reso così necessario definire una procedura che consentisse di fornire una visione di insieme di tutto il parco, fornendo infine una valutazione complessiva del bilancio energetico del settore e del quadro emissivo.

La maggiore difficoltà di questo approccio consiste nella necessità di attribuire un differente peso, in termini di emissioni e di domanda di energia primaria, alla produzione di energia elettrica e termica. Si è così ipotizzato che tutte le diverse stazioni di cogenerazione e teleriscaldamento concorressero a costituire un unico impianto, idealmente alimentato dai diversi combustibili utilizzati, secondo le quantità effettivamente portate a combustione, e capace di produrre una quantità di energia elettrica e termica corrispondenti a quelle complessivamente consegnate alle diverse utenze finali. Tuttavia è del tutto evidente che energia elettrica e termica, non possono essere considerate allo stesso modo, in virtù della maggiore exergia della prima. Per determinare i suddetti pesi occorre quindi una analisi di secondo principio.

Facendo riferimento alla procedura normalmente adottata in questo tipo di analisi, si è ritenuta, in prima approssimazione, l'exergia delle fonti coincidente con la loro energia primaria, così come si è imposto che coincidessero l'energia elettrica resa e la sua exergia. L'exergia associata all'energia termica viene infine valutata facendo riferimento al livello termico a cui essa è resa disponibile attraverso il così detto coefficiente di Carnot  $\tau$ .

$$\tau = 1 - \frac{T_{AMB}}{T_{MU}} \quad (1)$$

dove:

$T_{AMB}$  è la temperature ambiente, assunta uguale a 293 K;

$T_{MU}$  è la temperature media logaritmica calcolata presso l'utenza termica finale e assunta pari a 373 K (imponendo quindi, coerentemente con la situazione di stato di fatto, che il calore sia utilizzato prevalentemente per il teleriscaldamento e non per alimentare processi industriali).

I coefficienti di allocazione exergetica, utilizzati per assegnare il peso opportuno alle diverse forme di energia elettrica e termica nella stima dei bilanci energetici e delle emissioni inquinanti, possono essere calcolati applicando le seguenti formule [7, 9]:

– coefficiente di allocazione exergetica  $\alpha_E$  per energia elettrica (anno di riferimento: 2006):

$$\alpha_E = \frac{\eta_E}{(\eta_E + \tau \cdot \eta_T)} = \frac{\eta_E}{\left( \eta_E + \left( 1 - \frac{T_{AMB}}{T_{MU}} \right) \cdot \eta_T \right)} = 0,860 \quad (2)$$

ove:

$\eta_T = 0,260$  è il coefficiente di efficienza termica del parco di cogenerazione/teleriscaldamento (anno di riferimento: 2006), definito come il rapporto tra l'energia termica complessivamente consegnata alle utenze finali e l'energia primaria complessivamente portata a focolare.

$\eta_E = 0,341$  è il coefficiente di efficienza elettrica del parco di cogenerazione/teleriscaldamento (anno di riferimento: 2006), definito come il rapporto tra la somma dell'energia elettrica prodotta dalle tre centrali cogenerative e di quella risparmiata grazie al teleraffrescamento (ipotizzando che quest'ultimo si sostituisca all'operare di gruppi frigoriferi a compressione) e l'energia primaria complessivamente portata a focolare.

– coefficiente di allocazione exergetica  $\alpha_T$  per energia termica (anno di riferimento: 2006):

$$\alpha_T = 1 - \alpha_E = 0,140 \quad (3)$$

I coefficienti così calcolati costituiscono un riferimento utile a descrivere complessivamente il parco di sei impianti. Il loro valore è chiaramente influenzato dalla presenza di impianti non cogenerativi (soprattutto per quanto concerne il coefficiente di efficienza elettrica di parco).

Note le quantità di energia elettrica e termica complessivamente fornite alle utenze finali in un anno, e avendo determinato i coefficienti di allocazione exergetica, è quindi possibile determinare anche i coefficienti di emissione specifica elettrico e termico:

$$e_E = \frac{\alpha_E G}{E_E} = 0,493 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}_e \quad (4)$$

$$e_T = \frac{\alpha_T G}{E_T} = 0,105 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}_t \quad (5)$$

essendo  $G = 269,7 \text{ kt CO}_2$  una stima delle emissioni di anidride carbonica complessivamente generate dall'esercizio annuale dei sei impianti costituenti il parco (anno di riferimento: 2006), determinata, applicando i fattori di emissione forniti dall'inventario nazionale UNFCCC delle emissioni di anidride carbonica, elaborato, in osservanza della Direttiva 2004-156-CE [10]. L'evoluzione del bilancio energetico e del quadro emissivo del settore sono riassunti in Tabella 1.

L'esercizio della rete di cogenerazione/teleriscaldamento è foriera di grandi benefici per la città, determinando un sostanziale risparmio in termici di minore domanda di energia fossile e di emissioni inquinanti. In termini assoluti il risparmio di energia primaria  $R$  [9] può essere calcolato come:

$$R = (E_{P,C} + E_{P,E}) - E_P \quad (6)$$

dove:

$E_P$  è l'energia primaria immessa nel sistema parco (nei sistemi di cogenerazione/teleriscaldamento)

$E_{P,C}$  è l'energia primaria immessa nei sistemi tradizionali, alternativi al parco (caldaie), per la fornitura di energia termica

$E_{P,E}$  è l'energia primaria immessa nel sistema tradizionale, alternativo al parco (rete nazionale), per la conversione in energia meccanica/elettrica.

Tab. 1: bilancio energetico e quadro emissivo settore generazione energia elettrica

Domanda Energetica Settore Trasformazione Energia Elettrica					
	1990	1995	2000	2005	
Combustibile	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	
Gas Naturale	79.7	150.9	514.0	1193.9	
Carbone	77.7	129.8	0.0	0.0	
Gasolio	6.9	0.0	0.0	0.0	
Rifiuti	29.1	23.7	0.0	86.6	
Totale	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	
	193.4	304.4	514.0	1280.5	
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	
Energia Elettrica	3.9	2.3	4.4	441.6	
Energia Termica Riscaldamento	147.0	200.6	301.9	391.3	
Energia Frigorifera	0.0	4.9	5.6	26.5	
Emissioni Climalteranti [CO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	
Totale	48.7	77.5	102.5	252.9	

I benefici in termini di mancate emissioni sono stati invece determinati come differenza tra le emissioni fatte registrare complessivamente dagli impianti di cogenerazione e teleriscaldamento, per il rispettivo fattore di allocazione, e le emissioni che si sarebbero altrimenti prodotte se equivalenti quantitativi di energia elettrica e termica fossero stati forniti da impianti tradizionali o dalla rete nazionale; per le relazioni utilizzate per calcolare questi benefici si rimanda al documento di Piano Energetico [1].

Tab. 2: benefici da esercizio dal parco delle sei centrali

Benefici Energia Primaria da Parco Centrali					
	1990	1995	2000	2005	2006
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Benefici da Cogenerazione/Elettrico	0.0	3.7	10.7	-276.4	-211.4
Benefici da Cogenerazione/Termico	0.0	40.0	110.2	-51.8	-34.5
Benefici Emissioni Climalteranti da Parco Centrali					
	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Cogenerazione/Elettrico	3.1	4.4	5.9	-10.9	-3.2
Benefici da Cogenerazione/Termico	14.0	31.0	33.2	-38.1	-33.5
Produzione Locale Energia Elettrica	-2.2	-1.2	-2.2	-220.8	-232.0
Produzione Locale Energia Termica	-29.3	-40.0	-60.2	-78.0	-71.4

Dalla Tab. 2 (i valori negativi in tabella rappresentano benefici), emerge chiaramente che la produzione di energia elettrica ottenuta grazie alla centrale a cicli combinati consente di evitare una quantità del tutto considerevole di emissioni climalteranti.

### Il settore civile (residenziale e terziario)

Per stimare la domanda energetica e il quadro emissivo del settore civile si è considerato, oltre ai riferimenti prima citati [2-8], anche un ulteriore documento [11], sintesi di una ricerca promossa dal Comune di Reggio Emilia sullo stato degli edifici cittadini. Il dato essenziale per le valutazioni energetiche discende *in primis* dalla distribuzione delle utenze per tipologia di fonte/servizio utilizzato per la climatizzazione invernale. Nella fattispecie, si è stimato che al 2006: 59053 utilizzatori finali (70,1% del totale) si servivano di caldaie a gas naturale, 1405 (1,7%) di caldaie alimentate con altri combustibili (e.g. gasolio, GPL), 23769 (28,2%) erano invece

serviti dalla rete di teleriscaldamento. Le analisi di bilancio energetico e ambientale, hanno prodotto i risultati sintetizzati nella Tab. 3, da cui emerge un incremento costante di consumi ed emissioni legato soprattutto all'aumento della domanda di energia elettrica:

Tab. 3: bilancio energetico e quadro emissivo settore civile

Domanda Energetica Settore Civile				
	1990	1995	2000	2005
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Totale Energia Primaria	1467.2	1618.6	1867.0	2011.8
Totale Emissioni Climalteranti	304.0	330.2	372.6	401.5

### Il settore industriale

Nelle valutazioni sulla domanda energetica e del quadro emissivo, oltre che le già citate fonti, sono stati considerati anche altri riferimenti forniti dalle locali associazioni degli industriali [12-13] che, ormai da alcuni anni, hanno consorziato i loro aderenti in gruppi di acquisto.

Le analisi hanno restituito i risultati di Tab. 4. Anche in questo caso emerge un incremento costante dei consumi elettrici, ma il quadro generale risulta essere di difficile lettura a causa delle variazioni nel tempo dei criteri di contabilizzazione adottati dagli *energy providers* per le forniture di energia termica alle utenze industriali:

Tab. 4: bilancio energetico e quadro emissivo settore industriale

Domanda Energetica Settore Industriale				
	1990	1995	2000	2005
	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
Totale Energia Primaria	1600.0	1281.0	1901.7	1507.1
Totale Emissioni Climalteranti	342.1	280.7	398.9	323.0

### Gli altri settori

I settori: agricolo e Pubblica Amministrazione si mostrano abbastanza marginali sul bilancio energetico complessivo, evidenziando tuttavia alcune peculiarità. Il primo è caratterizzato da una domanda stabile nel tempo, il secondo, invece, evidenzia una costante e progressiva ottimizzazione della domanda, legata alle politiche di efficienza energetica da tempo intraprese dalle Amministrazioni Comunali. A questo proposito risultano essere già significativi i benefici legati alla riqualificazione della rete di pubblica illuminazione che, nonostante la sua crescente diffusione sul territorio, a servizio delle nuove infrastrutture viarie (e.g. i ponti progettati dall'arch. Calatrava sull'autostrada A1), evidenzia una marcata diminuzione della domanda.

Il settore dei trasporti, costituisce, sfortunatamente, la criticità maggiore del sistema energetico cittadino, soprattutto per il *trend* in costante aumento di consumi ed emissioni.

Il Piano Energetico, tuttavia, si è in questo caso limitato a recepire le direttive scaturite dalla redazione del Piano Urbano della Mobilità Comunale, che aveva già previsto una serie di interventi strutturali per la ottimizzazione dei flussi veicolari e il controllo dell'impatto ambientale ad esso associato.

Il bilancio energetico ha così evidenziato diverse peculiarità:

- un *trend* crescente dei consumi comune a tutti i settori, legato soprattutto al grande incremento demografico che ha interessato il Comune di Reggio Emilia negli ultimi anni;
- i considerevoli benefici connessi all'entrata in esercizio della nuova centrale a cicli combinati e teleriscaldamento;



– i risultati connessi alla adozione di buone pratiche, promosse dalla Pubblica Amministrazione, finalizzate al risparmio e all'efficienza energetica.

L'esito finale del lavoro ha consentito, *in primis*, la ricostruzione dello scenario energetico di stato di fatto, quindi la creazione di un modello energetico della città, funzionale ad essere implementato applicando le diverse opzioni di politica energetica oggi in discussione. Come riferimento, allorquando si adottasse il parametro di una riduzione delle emissioni climalteranti coerente con quanto previsto dal protocollo di Kyoto, sarebbe necessario ridurre le emissioni delle utenze del Comune di Reggio Emilia del 16 %, da 1273 ktCO<sub>2</sub> (stima per il 2006) a 1063 ktCO<sub>2</sub>, ossia di 210 ktCO<sub>2</sub>.

### 3 GLI SCENARI DI INTERVENTO

Una volta definito il modello, sono state individuate le più probabili linee di sviluppo della politica energetica nei diversi macrosettori. In questa fase, si è avuto cura di specificare per ciascuna delle azioni previste, la tipologia, la genesi (da applicazione di norme di legge, o da meccanismi volontari), il volume di interventi atteso in relazione alla vocazione del territorio e alla sua capacità di recepirne le iniziative, i costi e, soprattutto, le potenzialità.

Si sono quindi elaborate proiezioni future per tutte queste diverse azioni determinando i bilanci energetici e i quadri emissivi con cadenza annuale, fino al 2020, prevedendo *steps* intermedi di verifica al 2010, 2012, e 2015.

Per le valutazioni sono stati considerati parametri di diversa natura: energetica (*i.e.* domanda di energia primaria fossile necessaria al soddisfacimento dei fabbisogni), ambientale (*i.e.* emissioni climalteranti e inquinanti), economica. Sono stati sempre selezionati interventi che si rivelassero di facile fattibilità e caratterizzati da tempi di ritorno dell'investimento soddisfacenti.

In particolare, le principali azioni delineate nel Piano sono sintetizzate, per i diversi settori, come da seguente elenco.

– Nel settore civile, è promossa l'efficienza energetica negli edifici, attraverso l'applicazione sia della nuova legislazione nazionale e regionale, sia delle norme volontarie dal protocollo ECOABITA di cui si dirà più diffusamente nel prossimo paragrafo. Si prevede che i privati dedichino, nei prossimi anni, congrue risorse alla realizzazione di impianti fotovoltaici e solari termici di piccole dimensioni, soprattutto in osservanza degli obblighi di legge. E' promossa altresì la microcogenerazione, avendo cura di definirne i potenziali limiti, soprattutto in relazione alle emissioni inquinanti di macchine cogenerative troppo piccole, quindi spesso sprovviste di adeguati filtri antiparticolato. Sono stati infine prodotti studi preliminari finalizzati a valutare la fattibilità di installazioni microeoliche in ambito urbano, nonché ad assistere la Amministrazione nell'individuare gli strumenti più opportuni per sensibilizzare i cittadini verso le buone pratiche energetiche ed il risparmio;

– Nell'ambito del settore industriale si sono indagate le potenzialità connesse alla realizzazione e/o alla riqualificazione di distretti industriali ad alta efficienza energetica nell'ambito delle aree ecologicamente attrezzate (AEA), previste dalla normativa regionale; sono state così indagate le potenzialità connesse alla promozione di impianti di cogenerazione, e di sistemi fotovoltaici di media taglia, da realizzarsi prevalentemente sulle coperture degli edifici industriali. Sono state infine indagate le potenzialità connesse

alla reazione di consorzi che sviluppino iniziative finalizzate alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili grazie ad impianti localizzati al di fuori dal territorio comunale.

– Nel settore agricolo si prevede di sostenere al diffusione di sistemi fotovoltaici, microeolici (nelle frazioni *extra moenia*), nonché di stazioni di cogenerazione alimentate da biomasse gestite nell'ambito di iniziative a filiera corta;

– Nel settore della Pubblica Amministrazione si prevede di perseverare sulla stessa linea politica che in questi anni ha promosso buone pratiche per il risparmio energetico, insieme a fotovoltaico, efficienza energetica, e progetti per la mobilità sostenibile.

– Nel settore dei trasporti, infine, si è recepito, con il Piano Energetico, quanto previsto dal Piano Urbano della Mobilità, recentemente adottato dal Comune. Sono state inoltre analizzate le potenzialità connesse alla diffusione dei biocombustibili, proponendo infine uno studio sul microeolico integrato sulle infrastrutture viarie ad elevato flusso veicolare.

I risultati dei diversi scenari di intervento sono stati vagliati facendo riferimento ai tre obiettivi prima citati: riduzione delle emissioni climalteranti (rispetto del Protocollo di Kyoto), di quelle inquinanti, nonché ottimizzazione dei consumi di fonti energetiche fossili connesse alla adozione di tecnologie ad alta efficienza energetica.

La Tab. 5 fornisce una stima dei benefici, in termini di minori emissioni climalteranti, attesi complessivamente dagli interventi nei diversi macrosettori (biomasse escluse).

Tab. 5: riduzione emissioni climalteranti da interventi previsti.

Emissioni Climalteranti [CO <sub>2</sub> ]	2005	2006	2010	2012	2015	2020
	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Settore Trasformazioni Energetiche	253	270	304	273	273	273
Settore Civile	401	406	415	418	424	435
Settore Industriale	323	349	406	416	432	464
Settore Trasporti	401	400	468	485	512	562
Settore Agricolo	132	135	140	143	148	157
Settore P.A. Comune Reggio Emilia	52	54	59	60	60	62
Benefici da Cogenerazione	-49	-37	-45	-75	-75	-75
Benefici Produzione Locale Energia	-299	-303	-345	-345	-345	-345
	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
<b>Totale</b>	<b>1214</b>	<b>1273</b>	<b>1402</b>	<b>1375</b>	<b>1430</b>	<b>1533</b>
<b>Interventi</b>	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
Benefici da Interventi Settore Civile		0	-12	-22	-36	-60
Benefici da Interventi Settore Industria		0	-18	-30	-49	-79
Benefici da Interventi Settore Agricoltura		0	-1	-3	-5	-8
Benefici da Interventi Settore P.A.		0	-4	-4	-4	-4
Benefici da Interventi Settore Trasporti		-4	-23	-24	-26	-28
	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]	[ktCO <sub>2</sub> ]
<b>Totale</b>	<b>1214</b>	<b>1269</b>	<b>1343</b>	<b>1292</b>	<b>1311</b>	<b>1353</b>

I risultati mostrano, che, nonostante il consistente impegno profuso, non sarebbe possibile raggiungere l'obiettivo di Kyoto, tanto che gli interventi risulterebbero complessivamente inefficaci, seppur in uno scenario di stabilizzazione delle emissioni in quasi tutti i settori, a causa del *trend* nettamente rialzista del settore dei trasporti. In realtà questo risultato è parzialmente ingannevole, non considerando il netto aumento della popolazione comunale degli ultimi anni. Infatti, nel momento in cui si sconta l'effetto dei 27929 nuovi cittadini (censiti in più nel 2006, rispetto al 1990) sui consumi e sulle emissioni, focalizzando l'analisi sul così detto *carbon footprint* pro-capite (Fig. 1), la quota-parte delle emissioni di anidride carbonica associate agli usi finali riferibili ad ogni singolo cittadino, si osserverebbe che le azioni proposte

risulterebbero estremamente virtuose consentendo di raggiungere livelli di emissione pro capite inferiori a quelli previsti dalle prescrizioni di Kyoto, passando da un valore di 8,618 tonnellate di anidride carbonica per cittadino nel 1990, al valore di 8,505 tonnellate al 2007, fino a scendere a 7,449 tonnellate al 2020, il 13,5 % in meno rispetto al valore del 1990, quindi ben al di sotto del decremento 6,5 % imposto dall'adesione Italiana al protocollo di Kyoto.

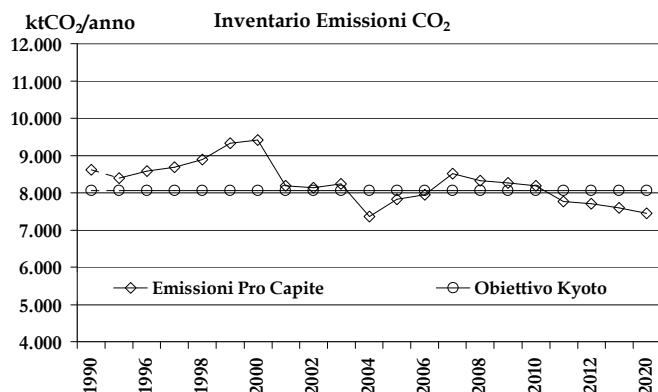


Fig. 1 storico e previsioni future inventario emissioni climateranti pro-capite, Comune di Reggio Emilia.

#### 4 IL PROTOCOLLO RIDUCO2 E LA NORMATIVA UNI ISO 14064-2

Il Comune di Reggio Emilia ha recentemente definito, insieme ad altre Amministrazioni ed Enti locali [14], ECOABITA, protocollo per la classificazione energetica volontaria degli edifici. Con l'ulteriore protocollo RIDUCO2, sempre promosso dal Comune di Reggio Emilia, le procedure seguite per la rendicontazione delle azioni volontarie connesse ad ECOABITA, sono state infine vagliate da un noto Ente Internazionale, che, su base arbitraria, ha certificato la correttezza delle stesse, dichiarandole conformi ai requisiti della norma UNI ISO 14064-2 [15], rendendole così adeguate al futuro ottenimento di titoli per l'efficienza energetica e/o di certificati ad essa connessi.

Il protocollo ECOABITA introduce quattro classi di merito dalla C alla A+, a certificare crescenti prestazioni energetiche degli edifici rispetto alla normativa nazionale D.Lgs311-206 [16]. In particolare in tabella 6, sono riportati i valori di soglia per le diverse classi facendo riferimento ad un edificio caratterizzato da fattore di forma  $S/V$  pari a  $0,5 \text{ m}^{-1}$ , rispetto a cui sono state condotte le stime.

Tab. 6: definizione delle classi del protocollo ECOABITA.

	Epi - D.Lgs.311-2006		voluntary reduction	Epi - ECOABITA	
	2008 - 2009	2010		2008 - 2009	2010
	[kWh/m <sup>2</sup> *y]	[kWh/m <sup>2</sup> *y]	%	[kWh/m <sup>2</sup> *y]	[kWh/m <sup>2</sup> *y]
Class C			70	53	47
Class B			50	38	34
Class A	76	67	30	23	20
Class A+			15	11	10

Poiché il protocollo è volontario, occorre prevedere la più probabile distribuzione in classi degli edifici oggetto di nuova costruzione o di importante ristrutturazione. A questo proposito uno studio condotto presso la Facoltà di Architettura dell'Università di Ferrara [17], ha stabilito che, considerando il rapporto costi-benefici degli interventi, la classe B appare

essere quella capace di garantire tempi di ritorno dell'investimento più soddisfacenti.

Il nuovo regolamento edilizio cittadino, inoltre, promuove la realizzazione di edifici ad alta efficienza energetica, premiando la loro realizzazione con un *benefit* in termini di volumetria edificabile, al raggiungimento almeno della classe C. Questo ha portato a ritenere che un numero crescente di edifici aderirà al protocollo. In particolare si è avanzata l'ipotesi che tutti gli interventi soggetti alle nuove norme [16] saranno perfezionati in modo da raggiungere quantomeno l'accREDITO in classe C, con un progressivo incremento percentuale, dal 10% al 20%, nel periodo 2008-2010, degli edifici che verosimilmente potranno raggiungere la classe B.

Tab. 7: ipotesi diffusione protocollo ECOABITA.

	ECOABITA		
	2008	2009	2010
	[%]	[%]	[%]
Class C	90	85	80
Class B	10	15	20
Class A and A+	0	0	0

Prima di determinare I benefici energetici e ambientali dal protocollo ECOABITA, era però necessario individuare il numero degli interventi soggetti alle nuove norme nazionali [16]. A questo scopo, il Comune di Reggio Emilia ha fornito un report che ha stimato il numero medio di nuovi alloggi (1100 alloggi, ciascuno avente mediamente superficie di  $75 \text{ m}^2$ ) annualmente edificati nel Comune di Reggio Emilia, insieme a quello degli edifici oggetto di importanti ristrutturazioni. I principali dati del report utilizzate nelle analisi sono:

- superficie netta di nuova edificazione nel Comune di Reggio Emilia  $82500 \text{ m}^2/\text{anno}$ ;
- superficie netta di edifici soggetti a importanti ristrutturazioni nel Comune di Reggio Emilia:  $25000 \text{ m}^2/\text{anno}$ .

E' quindi ragionevole ipotizzare che ogni anno, complessivamente una superficie indoor netta di  $S = 107500 \text{ m}^2$ , tra nuovi edifici e ristrutturazioni, sia soggetta alle nuove norme sull'efficienza energetica del D.Lgs. 311/2006 [16] e sia, verosimilmente, accreditata secondo ECOABITA.

Coerentemente con le precedenti assunzioni, nelle analisi per quantificare l'efficacia del protocollo ECOABITA, sono state considerate anche le seguenti ulteriori ipotesi:

- fattore di forma  $S/V$  dell'edificio:  $0,5 \text{ m}^{-1}$ ;
- diffusione del protocollo ECOABITA coerente con schema diffusione Tab. 7;
- valore di riferimento secondo cui calcolare I benefici: valori di soglia Epi da D.Lgs. 311/2006 [16], vedasi Tab. 6.

L'equazione di bilancio porge infine:

$$E_S = S[(E_{pi} - E_{pi-classC})f_C + (E_{pi} - E_{pi-classB})f_B] \quad (7)$$

dove:

$E_S$  rappresenta l'energia primaria risparmiata in un anno grazie all'applicazione delle norme del protocollo volontario ECOABITA per gli interventi nel Comune [kWh],

$E_{pi-classC}$  è il valore di soglia previsto per raggiungimento della classe C, ECOABITA (vedasi Tab. 6) [kWh/m<sup>2</sup>],

$E_{pi-classB}$  è il valore di soglia previsto per raggiungimento della classe B, ECOABITA (vedasi Tab. 6) [kWh/m<sup>2</sup>],

$f_C$  è la percentuale, in frazione, di edifici che dovrebbero raggiungere la classe C,

$f_B$  è la percentuale, in frazione, di edifici che dovrebbero raggiungere la classe B,

Una volta nota la riduzione nella domanda di energia primaria per il riscaldamento degli edifici, generata dalla applicazione delle norme ECOABITA, può essere determinato il decremento in termini di emissioni climalteranti  $\Delta_{CO_2}$  [19] applicando la seguente relazione:

$$\Delta_{CO_2} = 0,701E_S e_A + 0,017E_S e_B + 0,282E_S e_T \quad (8)$$

dove 0,701, 0,017, 0,282 sono rispettivamente, in frazione, le percentuali di utenze asservite da caldaie a gas naturale, ad altri combustibili e allacciate alla rete di teleriscaldamento (vedasi anche il paragrafo 2),  $e_A = 0.236 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}_t$ ,  $e_B = 0.298 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}_t$ , sono i fattori di emissione per le prime due categorie di caldaie, calcolate nel rispetto della Direttiva 2004-156-CE [10], mentre  $e_T = 0.105 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}_t$ , è quello degli impianti allacciati alla rete, già stimato nel paragrafo 2. In Tab. 8 sono infine riepilogati i benefici in termini di minore domanda di energia primaria e di mancate emissioni climalteranti, attese nel periodo 2008-2010 grazie al protocollo ECOABITA. L'applicazione rigorosa della norma UNI ISO 14064-2, consente, almeno in via teorica, di trasformare questi benefici in titoli di efficienza energetica e/o certificati connessi. Un simile approccio potrà in futuro essere esteso anche agli altri interventi previsti dal Piano in virtù del fatto che lo stesso è stato redatto applicando la stessa metodologia in modo coerente.

Tab. 8: benefici da applicazione protocollo ECOABITA.

	2008	2009	2010
	[MWh/m <sup>2</sup> *y]	[MWh/m <sup>2</sup> *y]	[MWh/m <sup>2</sup> *y]
$E_S$	2634	2714	3397
	[kt <sub>CO2</sub> *y]	[kt <sub>CO2</sub> *y]	[kt <sub>CO2</sub> *y]
$\Delta_{CO_2}$	553	570	713

## 5 CONCLUSIONI

Questo articolo riassume i risultati raggiunti nella redazione del Piano Energetico del Comune di Reggio Emilia. Viene descritta la metodologia adottata nella predisposizione del bilancio energetico comunale e nella ricostruzione del quadro emissivo. Sono riepilogati i principali interventi previsti nei diversi macrosettori attraverso una descrizione delle loro caratteristiche essenziali e delle loro potenzialità. Le considerazioni finali sono state presentate, insieme alla formulazione della proposta finale di Piano Energetico per il Comune di Reggio Emilia. Gli interventi proposti consentirebbero al 2020 un notevole miglioramento sia per quanto concerne i parametri energetici, sia per quanto riguarda quelli ambientali. In tutti i settori il *trend* all'aumento della domanda energetica e delle emissioni climalteranti potrebbe essere arrestato, con gli interventi previsti, già a partire dal 2008 realizzando poi una decisa inversione di tendenza sia per quanto concerne la domanda energetica, sia per quanto riguarda le emissioni climalteranti, giungendo infine al 2020 ad una sostanziale e definitiva ottimizzazione della domanda energetica. I risultati hanno mostrato che, sebbene l'obiettivo di Kyoto appaia, nonostante gli sforzi, ancora piuttosto lontano, se si fa riferimento al così detto *carbon footprint* pro-capite, si osserva che, una volta scontato il considerevole aumento della popolazione comunale, in realtà, le azioni proposte consentirebbero di raggiungere livelli di emissione pro capite inferiori a quelli richiesti dalle prescrizioni di

Kyoto. E' fornita infine una descrizione della procedura a cui sono stati sottoposti gli interventi previsti dal Protocollo ECOABITA sulla classificazione volontaria degli edifici ad alta efficienza energetica. La metodologia seguita consentirebbe di ottenere una rendicontazione delle mancate emissioni certificata ai sensi della norma UNI ISO 14064-2, quindi compatibile con l'assegnazione di titoli di efficienza energetica. Poiché le stesse metodologie sono state seguite nella stesura dell'intero Piano Energetico, ne consegue che sarà in futuro possibile richiedere analogo accreditamento anche per le altre azioni oggi non ancora certificate.

## REFERENCES

- [1] G. Bizzarri. Piano Energetico Comune di Reggio Emilia. 2008.
- [2] Issi. Studio propedeutico al Piano Energetico Comunale di Reggio Emilia. Marzo 2003.
- [3] Regione Emilia Romagna, Assessorato alle Attività Produttive, Sviluppo Economico, Piano Telematico. Servizio Politiche Energetiche. Piano Energetico Regionale 2007
- [4] Regione Emilia Romagna, Servizio Politiche Energetiche. Piano Energetico Regionale, 2004.
- [5] Comune di Reggio Emilia. Bilanci Ambientali. Anni 2005 - 2007.
- [6] Enia. Comunicazioni personali, 15-05-2007 e 30-08-2007.
- [7] Ambiente Italia. Rapporto sull'inquadramento ambientale ed energetico della nuova centrale turbogas da 55 MWe del Comune di Reggio Emilia. Gennaio 2004.
- [8] Enia. Prospettive del teleriscaldamento a Reggio Emilia (2007-2010). Marzo 2006.
- [9] Dentice d'Accadia M., Sasso M., Sibilio S., Vanoli R.. Applicazioni di Energetica. Liguori Editore. Napoli 1999.
- [10] Direttiva 2004-156-CE 1 gennaio 2005-31 dicembre 2005. Allegato A. Coefficienti utilizzati per l'inventario delle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'inventario nazionale UNFCCC (media dei valori degli anni 2000-2003). 2004.
- [11] Comune di Reggio Emilia, Provincia di Reggio Emilia, Enia. Analisi dello stato degli edifici e delle abitazioni nel Comune di Reggio E. - potenziale derivante dalla vendita delle quote di CO<sub>2</sub> - primi elementi di valutazione. 2007.
- [12] Consorzio Renergy (Assindustria). Comunicazioni Personali del 24 gennaio 2007 e del 7 settembre 2007.
- [13] Consorzio API (Interenergia). Comunicazioni Personali del 11 e 12 settembre 2007.
- [14] Regione Emilia Romagna, Provincia di Reggio Emilia, Comune di Reggio Emilia, Comune di Bagnolo in Piano, ACER. Protocollo d'Intesa.
- [15] Italian Norm: UNI ISO 14064-2, Greenhouse gases - Part 2: Specification with guidance at the project level for the quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions and removal enhancements.
- [16] Repubblica Italiana, D.Lgs 29 Dicembre 2006, n. 311. G. U. n.26.
- [17] A. Rinaldi., P. Rava, L. Gabrielli. Comunicazioni personali. Settembre 2005.
- [18] Comune di Reggio Emilia, Assessorato Urbanistica, Comunicazioni personali, Luglio 2007.
- [19] G. Bizzarri, V. Belpoliti, A. Pratissoli, P. Pastore, G. Prearo, M. Bottarelli. Potential in GHG emissions abatement through an effective energy policy: the Reggio Emilia case. Atti della Conferenza Internazionale "The Sustainable City", Skiathos, Grecia. Settembre 2008, in pubblicazione.

# PIANO ENERGETICO DEL COMUNE DI REGGIO EMILIA

Approvato dalla giunta comunale il 05/11/2008 (PG n° 22641/287)

## ELABORAZIONE DEL PIANO

dott. ing. GIACOMO BIZZARRI

## CONSULENZA PER LE STRATEGIE e la PIANIFICAZIONE a LIVELLO TERRITORIALE

dott. MAURIZIO PALLANTE

## DIREZIONE PROGETTO:

Dott.ssa Pinuccia Montanari, Assessore Ambiente e Città Sostenibile

Dott.ssa Laura Montanari

Ing. Alfredo Di Silvestro

Ing. Tullio Paterlini

## AMMINISTRAZIONE:

Ugo Ferrari, Assessore Urbanistica-Edilizia

Arch. Giordano Gasparini

Ing. Raffaello Tupputi

Alex Pratissoli

Ing. Alex Lambruschi

Stefano Cocchi

Si ringraziano per la collaborazione e le informazioni gentilmente trasmesse:

*il dott. Giuseppe Onufrio, autore dello “Studio propedeutico al Piano energetico comunale  
di Reggio Emilia (marzo 2003)”*,

*l'ing. Franco Ghizzoni, l'ing. Giancarlo Giachetti, l'ing. Claudio Conti, la dott.ssa Gabriella Franchini  
e l'ing. Silvano Verzelloni di Enà,*

*il dott. Azio Sezzi e l'ing. Sara Morelli dell'Associazione Piccole e Medie Industrie di Reggio Emilia,  
il dott. Enrico Buoncuore di Renergy di Assoindustria di Reggio Emilia,*

*l'ing. Paolo Ferri della Provincia di Reggio Emilia, il dott. Luca Torreggiani di ARPA, il dott. Giogo Mazzi  
e l'ing. Daniele Patuelli dell'Arcispedale S. Maria Nuova – Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia,  
Marco Corradi, l'ing. Roberto Capra e l'arch. Guido Ligabue di Acer.*

*Finito di stampare nel mese di gennaio 2009  
da Nerocolore, Correggio (RE).*



Editing  
Consulta – C.P. 3, Succ. 4 – 42100 Reggio Emilia