

Comune di Salerno



[www.comune.salerno.it](http://www.comune.salerno.it)

Università di Salerno



[www.unisa.it](http://www.unisa.it)



**PIANO ENERGETICO COMUNALE**

# Proposta di Piano Energetico Comunale per il Comune di Salerno

Marzo 2009

[www.dimec.unisa.it/PEC\\_Salerno](http://www.dimec.unisa.it/PEC_Salerno)

## Sommario

1	Introduzione.....	1
1.1	Obiettivi del PEC.....	3
1.2	Fasi di elaborazioni del PEC.....	5
1.3	Struttura del documento.....	7
1.4	Contributi e ringraziamenti.....	9
1.4.1	<b>Ringraziamenti.....</b>	<b>10</b>
1.5	Piattaforma di calcolo.....	11
2	Il PEC nel quadro energetico-ambientale.....	12
2.1	Dalle prescrizioni di Kyoto agli impegni locali.....	17
2.1.1	<b>Gli effetti della crisi economica.....</b>	<b>19</b>
2.2	Il contesto normativo.....	25
2.2.1	<b>Il contesto normativo comunitario.....</b>	<b>25</b>
2.2.2	<b>Il quadro normativo nazionale.....</b>	<b>26</b>
2.2.3	<b>Il quadro normativo regionale.....</b>	<b>28</b>
2.3	Inquadramento del PEC nell'ambito del PEAR e del RUEC.....	31
2.4	Il PEAR Campania.....	32
2.4.1	<b>Il dato provinciale nel PEAR Campania.....</b>	<b>34</b>
2.5	Prescrizioni nell'ambito del RUEC di Salerno.....	44
2.5.1	<b>Proposte di integrazione.....</b>	<b>47</b>
3	Bilancio energetico comunale.....	48
3.1	La Metodologia.....	51
3.2	Bilancio complessivo del territorio comunale.....	55
3.3	La domanda di energia elettrica.....	60
3.4	Consumi di metano.....	64
3.5	Consumi di prodotti petroliferi.....	68
3.6	Bilancio delle Emissioni di CO <sub>2</sub> .....	70
3.6.1	<b>Stima dei consumi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> per gli anni 1990 e 2005.....</b>	<b>73</b>
3.7	La metodologia <i>top-down</i> .....	75
3.8	Sintesi e confronto del quadro energetico del Comune di Salerno con altri bilanci Comunali.....	84
3.9	Scenari energetici tendenziali al 2012 e al 2020.....	89

4	Analisi degli edifici di proprietà comunale.....	92
4.1	Consumi di metano .....	93
4.1.1	<b>Calcolo dei gradi-giorno .....</b>	<b>96</b>
4.1.2	<b>Analisi dei consumi di metano per le scuole .....</b>	<b>102</b>
4.2	Consumi elettrici .....	108
5	I consumi del settore dei trasporti.....	112
5.1	La metodologia di stima .....	113
5.2	Stima dei consumi e delle emissioni da traffico stradale per la città di Salerno .....	117
5.2.1	<b>Consumi .....</b>	<b>117</b>
5.2.2	<b>Emissioni .....</b>	<b>119</b>
5.3	Analisi di scenario.....	124
5.3.1	<b>Rinnovo parco veicolare.....</b>	<b>125</b>
5.3.2	<b>Diversione modale.....</b>	<b>126</b>
5.3.3	<b>Decongestione della rete .....</b>	<b>128</b>
5.3.4	<b>Altre analisi di scenario .....</b>	<b>130</b>
6	I consumi del settore residenziale .....	132
7	Linee guida per l'energia.....	133
7.1	Schede d'azione.....	134
7.1.1	<b>Matrice priorità/prescrizioni .....</b>	<b>135</b>
8	Illuminazione pubblica .....	138
8.1	Proposta di strategie innovative .....	140
8.2	Interventi per il Comune di Salerno .....	142
8.2.1	<b>Ottimizzazione del progetto di impianti nuovi .....</b>	<b>143</b>
8.2.2	<b>Interventi sui componenti.....</b>	<b>143</b>
8.2.3	<b>Interventi sui sistemi di alimentazione .....</b>	<b>144</b>
8.2.4	<b>Ottimizzazione del piano di manutenzione.....</b>	<b>147</b>
8.2.5	<b>Applicazioni di nuove tecnologie efficienti ed ecosostenibili.....</b>	<b>148</b>
8.2.6	<b>Forme di finanziamento tramite terzi .....</b>	<b>150</b>
8.3	Impiego di regolatori di flusso e sistemi di telecontrollo per il funzionamento ad illuminamento costante .....	152
8.3.1	<b>Impiego di lampade semaforiche a led. ....</b>	<b>153</b>
9	Uso del verde .....	155
9.1.1	<b>Giardini pensili.....</b>	<b>155</b>

9.1.2	Orti urbani .....	155
9.1.3	Tecnologie e norme .....	156
9.1.4	Riduzione della CO <sub>2</sub> .....	157
9.1.5	Riduzione delle polveri sottili .....	158
9.1.6	Integrazione di giardini pensili con pannelli solari.....	158
9.1.7	Riutilizzo delle acque .....	159
10	Azioni di informazione e sensibilizzazione .....	160
10.1.1	Sportello energia .....	160
10.2	Mobilità sostenibile .....	163
10.2.1	Parcheggi solari .....	163
10.2.2	Car Pooling .....	163
11	Potenzialità delle fonti di energia rinnovabile .....	165
11.1.1	Generalità.....	165
11.1.2	Energia Solare Fotovoltaica .....	165
12	Potenziale fotovoltaico per il comune di Salerno .....	168
12.1.1	Introduzione .....	168
12.2	Determinazione del potenziale teorico.....	169
12.2.1	Premessa .....	169
12.2.2	Determinazione della superficie disponibile all'installazione .....	169
12.2.3	Calcolo del Potenziale Teorico.....	169
12.2.4	Determinazione dei valori di radiazione solare .....	170
12.2.5	Determinazione dell'energia annua producibile .....	170
12.3	Impianto fotovoltaico sul Centro Agroalimentare di Salerno .....	172
12.3.1	Descrizione del sito .....	172
12.3.2	Dimensionamento dell'impianto e valutazione economica dell'investimento .....	175
12.3.3	Valutazione economica dell'investimento .....	176
12.3.4	Riferimenti Normativi .....	178
12.4	Leggi e decreti .....	179
12.4.1	Normativa generale: .....	179
12.4.2	Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007.....	179
13	Analisi del potenziale eolico.....	186
13.1.1	Introduzione .....	186
13.1.2	Metodo d'analisi.....	186

13.1.3	Cenni sui meccanismi economici di riferimento .....	192
13.1.4	Ipotesi di lavoro .....	193
13.1.5	Valutazione della producibilità e della convenienza economica .....	194
14	Energia dal mare .....	196
15	Energia Idroelettrica .....	199
15.1.1	Impianti ad acqua fluente .....	199
15.2	Recupero dell'energia dagli acquedotti .....	201
16	Potenzialità energetico-ambientali legate alla diffusione della cogenerazione a biomassa sul territorio comunale.....	203
16.1	La Cogenerazione .....	204
16.1.1	I parametri di valutazione .....	205
16.1.2	Classificazione e Tipologie di impianti di cogenerazione .....	206
16.1.3	Vantaggi e svantaggi della cogenerazione .....	207
16.2	Le biomasse .....	210
16.2.1	Vantaggi e considerazioni sull'utilizzo delle biomasse.....	211
16.2.2	Situazione locale.....	212
16.2.3	Incentivi e diffusione della biomassa.....	214
16.3	Benefici ottenibili .....	217
17	Scenario di azione .....	220
17.1.1	Interventi sul sistema di trasporti.....	220
17.1.2	Interventi sui consumi residenziali .....	220
17.1.3	Interventi sull'illuminazione.....	221
17.1.4	Produzione da fotovoltaico .....	221
17.1.5	Produzione da mini e micro eolico .....	221
17.1.6	Fonte idroelettrica e recupero energetico dagli acquedotti.....	222
17.2	Scenari d'azione: quadro di sintesi.....	223
17.2.1	Impatto sui vincoli di emissione di CO <sub>2</sub> .....	224
17.3	Stima dei costi .....	226
17.3.1	Presenza industriale e necessità di innovazione.....	228
18	Bibliografia .....	231
18.1.1	Bibliografia su Illuminazione pubblica .....	234
18.1.2	Bibliografia su cogenerazione e biomasse .....	236
18.1.3	Bibliografia su potenziale eolico.....	237

---

19	Indice delle figure.....	238
20	Indice delle tabelle .....	242
21	Appendice A-I - Tavole riepilogative dei dati utilizzati per i PEC .....	245
22	Appendice A-II - Classificazione delle strade .....	256
23	Appendice A-III – Schede d’azione.....	260
24	Appendice A-IV – Analisi comparativa dei PEC.....	303

# 1 Introduzione

---

Il Piano Energetico Comunale (PEC) fu istituito come adempimento obbligatorio dalla Legge 10/91 concernente le *“Norme in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”* all’art.5 *“Piani Regionali”*, che costituisce il punto di riferimento fondamentale per la stesura dello stesso. In particolare, il comma 5 prescrive che *“I Piani Regolatori Regionali Generali<sup>1</sup> dei Comuni con popolazione superiore a 50.000 abitanti, devono prevedere uno specifico Piano a livello comunale ...”* [1] [11]<sup>2</sup>.

Il PEC può essere considerato un Documento di censimento dei fabbisogni energetici del Comune di competenza, finalizzato all’individuazione del bilancio energetico attuale e alla programmazione razionale di interventi tesi al risparmio energetico ed all’uso di fonti rinnovabili, con conseguenti ripercussioni positive sulla tutela dell’ambiente. Come genericamente indicato nel suddetto articolo 5, lo scopo della pianificazione del sistema energetico locale, infatti, è garantire lo sviluppo efficiente e sostenibile e ridurre i consumi di combustibili fossili e le emissioni di gas serra, inserendosi nel territorio considerato coerentemente alle principali variabili socio-economiche caratterizzanti lo stesso.

La redazione del PEC consente di fotografare l’attuale situazione energetica del Comune, quale punto di partenza per prospettare lo scenario futuro di impiego delle risorse energetiche, definito in riferimento a un quadro di azioni concrete ben delineate. Essendo, infatti, articolato secondo specifiche *“Linee Guida”* e strutturato con *“Schede d’Azione”*, il Documento propone un approccio pragmatico attraverso un mix di interventi e strumenti operativi.

L’importanza attribuita al PEC, nell’ambito della gestione delle fonti energetiche su scala locale, conferisce ai Comuni un ruolo rilevante nell’applicare gli indirizzi di politica energetica europea e nazionale. Nonostante gli obblighi imposti a livello comunitario, l’Italia gode di un’ampia discrezionalità nel gestire la situazione energetica nazionale, potendo così adottare le azioni per adattarsi alle specifiche identità energetiche presenti nel Paese. Pertanto, a seguito della devoluzione delle competenze nazionali, si ritiene che l’azione locale sarà decisiva nel conseguimento degli obiettivi europei, *in primis* del Pacchetto *“Due volte 20 al 2020”*.

Si potrebbe affermare che l’Unione Europea svolge un ruolo *leader* globale nel guidare le nazioni verso gli obiettivi della politica comunitaria energetica e ambientale, ma i veri *drivers* sono proprio le Regioni e i Comuni, che attraverso i Piani Energetici e Ambientali declinano una strategia complessiva e ne promuovono la concreta applicazione.

---

<sup>1</sup> di cui alla Legge 17 Agosto del 1942 n.°1150 e successive modificazioni e integrazioni

<sup>2</sup> Il PEC di Salerno parte quindi diversi anni dopo la legge istitutiva. Va detto però che le linee metodologiche furono presentate solo nel 1997 [12], che ancora al 2004 solo l’8% dei comuni con oltre 50000 abitanti l’avevano predisposto, e che anche il PEAR Campania ha visto la luce solo nel 2009 [10]. Va peraltro considerato come, per la notevole velocità di cambiamento del quadro energetico, normativo e tecnologico, un piano energetico predisposto immediatamente a valle della legge istitutiva sarebbe oggi con buona probabilità obsoleto.

Le normative e i successivi procedimenti applicativi emanati non hanno vincolato la struttura del PEC, che rimane pertanto condizionato dagli obiettivi piuttosto generali riportati nella Legge 10/91, riferimento ancora oggi fondamentale per l'elaborazione dei contenuti. La mancanza di indicazioni specifiche offre ai Comuni la possibilità contestuale di godere di grande potere decisionale, non solo nelle scelte di redazione del Documento, ma ancora più nella gestione efficiente delle proprie risorse energetiche, in considerazione dei soggetti socio - economici e produttivi presenti nei territori.

Il percorso di elaborazione del PEC richiede, pertanto, un approccio multidisciplinare, legato alla capacità di legare lungo la strada l'economia, l'industria, l'ecologia, l'innovazione, i soggetti pubblici e privati, il quadro normativo e programmatico, le istituzioni, le risorse energetiche.



## 1.1 Obiettivi del PEC

L'obiettivo primario del PEC è fornire un quadro sintetico, ma completo, delle informazioni relative al sistema energetico comunale con i rispettivi settori di impiego, che consenta di individuare le azioni finalizzate alla pianificazione del territorio e valutare il potenziale energetico utilizzabile e ancora non sfruttato nel territorio. L'ottica da cui scaturisce il Documento prevede una visione d'insieme delle problematiche connesse all'uso dell'energia e considera gli strumenti e le soluzioni per gestire efficientemente le risorse nel complesso.

Infatti il PEC si prefigge importanti obiettivi generali ed altri peculiari, secondo le specifiche dettate dal Comune di Salerno.

Coerentemente agli obiettivi della politica energetica comunitaria, il PEC costituisce lo strumento di attuazione rispetto a quanto riportato nei Libri Verdi e nelle Direttive, volte:

- alla riduzione delle emissioni climalteranti, nel rispetto e nel superamento del Protocollo di Kyoto, che portino ad una diminuzione delle emissioni della CO<sub>2</sub> a livelli inferiori del 6,2% rispetto ai livelli del 1990,
- al sostenimento delle pratiche di risparmio ed uso efficiente dell'energia,
- allo sviluppo delle fonti di energia rinnovabili e assimilate,
- allo sviluppo di qualsiasi attività economica che si impegni sul fronte ambientale.

Emerge che l'efficienza energetica costituisce un argomento di grande interesse nelle politiche energetiche internazionale, e quindi, nazionali unitamente allo sviluppo delle *clean energy technology* e alla sostenibilità ambientale. Si vuole precisare che ottimizzare il consumo non significa ridurre gli utilizzi, che inevitabilmente si tradurrebbe in un abbassamento del tenore di vita, ma in una razionalizzazione degli stessi, in modo da evitare gli sprechi e gli eccessi e soddisfare il fabbisogno tenendo conto degli aspetti economici, sociali e ambientali. Pertanto il corretto utilizzo delle fonti energetiche è un'attività fondamentale nella pianificazione del territorio, che risulta strettamente correlata agli elementi che in esso agiscono.

Proprio in considerazione degli aspetti che caratterizzano le esigenze particolari del territorio all'interno del quale è prevista la programmazione delle azioni, si delineano gli obiettivi secondo cui si articola il PEC di Salerno, che mirano a:

- ricostruire un bilancio energetico del territorio comunale, sia globale che suddiviso in vettori e settori,
- individuare le azioni indispensabili ai fini di una pianificazione energetica efficiente del territorio comunale,
- effettuare ed aggiornare un censimento energetico degli edifici di proprietà comunale con l'individuazione di possibili interventi di risparmio energetico e di ricorso all'uso di fonti rinnovabili,
- valutare la fattibilità degli interventi, stimandone altresì i costi,
- individuare le ulteriori azioni tese al raggiungimento degli obiettivi del PEC, quali, ad esempio, sensibilizzazioni, informazioni, istituzioni di organismi, forme di incentivazione ecc.

- elaborare scenari di evoluzione dell'offerta e della domanda delle fonti energetiche nel medio periodo,
- evidenziare i possibili scenari di miglioramento in ordine energetico ed ambientale scaturiti dalle azioni individuate,
- valutare il comportamento del sistema in base a scenari evolutivi della domanda di energia,
- valutare le potenzialità di utilizzazione delle risorse rinnovabili considerate economicamente sviluppabili e sostenibili,
- considerare il potenziale di riduzione delle emissioni di inquinanti associato alle scelte in materia di efficienza energetica nei settori di uso finale,
- seguire gli effetti sulle dinamiche del sistema energetico comunale dell'introduzione di tecnologie innovative,
- elaborare Capitolati d'Appalto tipo per la gestione energetica degli impianti e degli edifici contenenti forme innovative di risparmio energetico e Linee guida per incrementare l'uso di fonti energetiche rinnovabili, da inserire negli strumenti di Pianificazione territoriale locale (PUC e RUEC).

Una specifica attenzione è inoltre richiesta per rendere il PEC uno strumento aggiornabile, modificabile ed adattabile alle esigenze future.

Ma, oltre agli obiettivi enunciati e agli adempimenti di legge, la stesura del Piano Energetico Comunale costituisce un'importante opportunità per studiare, stimolare, raccordare e mettere in rete risorse, iniziative e buone pratiche nell'ambito energetico e ambientale. Una particolare attenzione è dedicata agli interventi sulle strutture pubbliche, dove il Comune potrà prendere iniziative anche autonome per azioni che dovranno avere un ruolo di stimolo ed esempio per la diffusione di soluzioni avanzate e di buone pratiche. A partire dalle strutture pubbliche, sarà fondamentale poter incidere sulle iniziative e sulle abitudini dei privati e delle aziende. Un ruolo importante sarà quindi svolto dalla comunicazione e dal coinvolgimento attivo di tecnici, di cittadini, di studenti e docenti, attraverso un'azione sistematica di informazione e sensibilizzazione, e con una particolare attenzione verso le scuole, l'università e le strutture di formazione in genere.

## 1.2 Fasi di elaborazioni del PEC

Per l'elaborazione del PEC di Salerno, è stata fondamentale una fase preliminare di raccolta di dati, al fine di ottenere un quadro conoscitivo di base dell'attuale struttura della domanda e dell'offerta del territorio. Tenuto conto della provenienza dalle fonti più disparate, è stato necessario disaminare e omogeneizzare il *database* raccolto, in modo da poter illustrare e sintetizzare le indicazioni inerenti il settore energetico – ambientale e i diversi ambiti della produzione e dell'utilizzo.

Ciò premesso, l'elaborazione del PEC di Salerno si sviluppa poi seguendo 4 fasi distinte.

Prima ed essenziale fase del PEC è stata la predisposizione del bilancio energetico comunale, che consente dapprima di analizzare la struttura attuale del sistema energetico territoriale, attraverso la distribuzione dei consumi energetici e le variazioni temporali degli stessi. L'analisi della domanda è poi effettuata considerando sia le fonti energetiche utilizzate che gli impieghi finali, valutando anche le relative emissioni di inquinanti in atmosfera. Lo studio sui consumi settoriali delle fonte energetiche primarie è *propedeutica* all'individuazione delle aree di criticità e consente la definizione di una programmazione degli interventi efficienti da realizzare, per gestire la domanda e pianificare l'offerta di energia del sistema nel medio - lungo periodo. Le tecnologie e le misure individuate per l'uso razionale dell'energia nascono necessariamente dall'analisi degli elementi strutturali, economici e produttivi che ne caratterizzano il territorio e dall'analisi della struttura energetica del Comune, effettuata attraverso il bilancio energetico di sintesi, che conclude la prima fase.

La seconda fase è dedicata alla disamina degli interventi da attuare nei vari settori di utilizzo finale, per ciascuno dei quali è possibile soddisfare la domanda di energia con misure, tecnologie o azioni volte al risparmio o alla razionalizzazione dei consumi energetici. Per ciascun settore sono state individuate delle linee di indirizzo specifiche riportate nelle Schede di Azione. In particolare, viste le dimensioni territoriali, si approfondirà un'analisi degli aspetti riguardanti il risparmio energetico ottenibile attraverso l'energetica degli edifici, l'illuminazione pubblica e i trasporti.

Una disamina approfondita ha riguardato anche la possibilità di sfruttare le singole fonti di energia rinnovabili o assimilabili, che soddisfano il fabbisogno energetico con tecnologie differenti da quelle tradizionali. Questa categoria di fonti energetiche aumenta l'offerta di energia, conseguendo vantaggi di tipo economico e ambientale e realizzando contemporaneamente gli obiettivi di diversificazione e razionalizzazione dell'utilizzo delle risorse. La terza fase si conclude con una analisi sul potenziale risparmio di fonti energetiche tradizionali e sugli impatti positivi ad esse imputabili.

Si traggono infine le conclusioni del lavoro svolto, che consentono di visualizzare i benefici ottenibili dalla pianificazione energetica territoriale individuata, attraverso il confronto delle previsioni tra la domanda e l'offerta di energia. In particolare, si stimano le variazioni dei consumi energetici nel medio termine attraverso la predisposizione di scenari energetici tendenziali della domanda, al fine di ottenere indicazioni sulle conseguenze evolutive degli interventi da effettuare.

Attraverso una successiva azione di monitoraggio e aggiornamento del *database* raccolto opportunamente effettuata, sarà possibile seguire l'evoluzione del contesto energetico analizzato ed evidenziare o meno i progressi ottenuti con la realizzazione della pianificazione energetica predisposta con il PEC. E' importante verificare l'efficacia del Piano e segnalare i progressi compiuti. Contestualmente si analizzeranno i contenuti evolutivi della politica energetica, sia nazionale che comunitaria, sebbene presenterà un dinamismo più veloce di quanto si possa verificare a livello comunale. Il dinamismo, però, si tradurrà sicuramente in nuove direttive europee e quindi nuove leggi di attuazione nazionali, attraverso regolamenti e normative, che dovranno essere prese in considerazione nelle fasi evolutive del PEC.

La delegazione a livello locale dell'attuazione di competenze a livello nazionale è un importante processo di evoluzione istituzionale, che necessita di un coordinamento a livello regionale.

## 1.3 Struttura del documento

Le fasi dapprima delineate permettono di definire la struttura del Documento elaborato.

Dopo una esposizione degli obiettivi del PEC, viene richiamato e discusso il contesto energetico, ambientale e normativo in cui si colloca il lavoro di programmazione svolto al livello comunale, con i necessari richiami al quadro delineato dal protocollo di Kyoto e dagli accordi in sede comunitaria.

Poiché il PEC costituisce anche una concreta applicazione del Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR) della Campania, si riportano i principali risultati e si inseriscono gli obiettivi delineati a livello comunale, nell'ambito della pianificazione regionale. Seguendo questa logica di integrazione, si presentano poi i punti di contatto del PEC con il Regolamento Urbanistico Edilizio Comunale (RUEC).

In modo preliminare all'analisi del sistema energetico comunale, si analizzano gli elementi demografici e socio – economici del territorio considerato, riepilogando i dati più significativi caratterizzanti la provincia e la città di Salerno, nell'ambito della documentazione di censimento e programmazione regionale e dei dati ISTAT.

Il terzo capitolo è dedicato al bilancio energetico e delle emissioni climalteranti di CO<sub>2</sub> relative al territorio comunale. Vengono presentati ed analizzati i dati sui consumi energetici relativi al metano, all'energia elettrica e agli altri vettori energetici, analizzandone la ripartizione per settori di attività e i relativi *trend* storici. E' quindi presentato il fabbisogno energetico, disaggregato per settori di attività e per vettore energetico, e il bilancio delle emissioni di CO<sub>2</sub> seguendo anche un diverso approccio metodologico di tipo "top down".

Sono poi analizzati i consumi energetici degli edifici e delle strutture di proprietà comunale, analizzando i consumi di metano e di energia elettrica, con un'analisi di dettaglio sugli edifici scolastici. Vengono dunque esaminati i consumi di metano sull'intero territorio comunale, analizzandone le linee di tendenza. Analogamente, per il sistema dei trasporti sono presentati e discussi i consumi energetici relativi ai prodotti petroliferi, illustrandone le relative metodologie. E' quindi analizzata la composizione del patrimonio edilizio, valutandone i relativi consumi energetici, anche in relazione alle problematiche della certificazione energetica.

Nel capitolo successivo sono analizzati e stimati i potenziali energetici relativi alle fonti rinnovabili nel territorio salernitano, con particolare riferimento al fotovoltaico, all'eolico, all'energia dal mare e all'idroelettrico.

Si apre poi la fase di pianificazione energetica con i capitoli concernenti le proposte di miglioramento del quadro energetico-ambientale nei singoli settori di uso finale, attraverso molteplici tipologie di intervento quali:

- un articolato intervento sul sistema di illuminazione pubblica, contenente diversi scenari di azione e corredato da una dettagliata analisi costi-benefici,

- il ricorso alle coperture a verde ed in generale al verde urbano, in relazione ai potenziali benefici in termini ambientali, energetici, architettonici e sociali,
- l'uso delle auto di gruppo, con il fine principale di ridurre i costi del trasporto, ma con ulteriori benefici quali la riduzione dei consumi energetici e delle relative emissioni inquinanti, oltre al decongestionamento del traffico e dei parcheggi,
- il recupero dei surplus di energia dagli acquedotti.

Sono quindi presentate le “Linee guida” e le relative “Schede d’azione”, che rappresentano lo strumento operativo del PEC e di collegamento con gli altri strumenti di programmazione. Queste ultime sono riportate in dettaglio nell’Appendice.

Il lavoro conclude con la presentazione degli scenari di evoluzione tendenziale della domanda delle fonti energetiche primarie e, nel caso delle rinnovabili, anche dell’offerta. Si illustrano la metodologia e la modellistica per l’elaborazione, con riferimento anche ai dati di input utilizzati per le previsioni.

Vengono anche presentati i risultati sintetici di un’analisi comparata svolta su alcuni Piani Energetici Comunali reperiti in letteratura, con rimando all’appendice per alcuni elementi di dettaglio.

## 1.4 Contributi e ringraziamenti

La stesura del Piano Energetico Comunale di Salerno è svolta da un gruppo di lavoro coordinato dal Prof. Gianfranco Rizzo, nell'ambito di una Convenzione tra il Comune di Salerno e il Dipartimento di Ingegneria Meccanica dell'Università di Salerno (DIMEC), approvata con delibera della Giunta Municipale del Comune di Salerno n.1166 del 31.10.2008.

Le problematiche oggetto di un Piano Energetico Comunale attengono a numerosi e diversi aspetti concernenti l'energia e il relativo impatto ambientale, aspetti che travalicano ampiamente i confini di una singola specializzazione disciplinare o accademica. Pertanto, per tener conto dell'**interdisciplinarietà** e della **complessità** del problema, si è formato un gruppo di lavoro composto da docenti e ricercatori universitari e da professionisti attivi in diversi ambiti disciplinari, e che ha visto i contributi di dottorandi e laureandi delle Facoltà di Ingegneria dell'Università di Salerno e dell'Università di Napoli "Federico II", nella convinzione che efficaci processi di razionalizzazione delle risorse energetiche ed ambientali e di crescita del tessuto socio-economico non possano prescindere da una piena **valorizzazione delle risorse umane** operanti nel settore della ricerca e della innovazione.

Lo sviluppo del PEC è stato svolto in stretta collaborazione con l'Energy Manager del Comune di Salerno, ing. Giancarlo Savino, e con gli Assessorati coinvolti, in particolare l'Assessorato all'Ambiente e l'Assessorato all'Urbanistica. Il gruppo di lavoro, coordinato dal prof. Gianfranco Rizzo, è costituito dal prof. Cesare Pianese, dagli ingg. Ivan Arsie e Marco Sorrentino, del Dipartimento di Ingegneria Meccanica (DIMEC) dell'Università di Salerno; dal prof. Antonio Piccolo e dall'ing. Pierluigi Siano, del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione ed Ingegneria Elettrica (DIIE) dell'Università di Salerno; dal prof. Giulio Erberto Cantarella e dagli ingg. Stefano De Luca, Armando Carteni e Valeria Ferrara del Dipartimento di Ingegneria Civile (DICIV) dell'Università di Salerno; dal prof. Roberto Gerundo e dall'arch. Alessandro Siniscalco del Dipartimento di Ingegneria Civile (DICIV) dell'Università di Salerno; dal prof. Renato Iovino, dalla prof. Flavia Fascia e dagli ingg. Fabio Sannino e Annita Corbosiero, del Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio (DiPiST) dell'Università di Napoli Federico II, e dall'ing. Patrizia Iannucci; dall'ing. Giuseppina Di Napoli e dal prof. Adolfo Senatore, del DIME dell'Università di Napoli Federico II. Ha collaborato in qualità di tesista l'ing. Vittoria Galibardi, che ha svolto una tesi di laurea specialistica in Ingegneria Meccanica sull'analisi comparativa dei PEC per vari comuni italiani. Hanno approfondito tematiche correlate al PEC in qualità di tesisti della laurea di primo livello in Ingegneria Meccanica Anna D'Auria, Marianna Tango, Mario D'Agostino, Francesco Lazzarini, Massimo Naddeo, Luigi Mea.

Hanno collaborato inoltre al progetto l'ing. Mario Raiola, promotore di un progetto di Car Pooling, l'architetto paesaggista Enrico Auletta, l'ing. Raffaele Di Martino, l'ing. Francesco Serravalle e l'arch. Enrico Adinolfi, operanti nel settore del risparmio energetico. Il gruppo di lavoro ha tenuto incontri e contatti con la Commissione Energia dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Salerno e con l'IRE, Istituto di Ricerca per il Risparmio Energetico.

Le tematiche energetiche ed ambientali, al di là delle pur necessarie competenze specialistiche, interessano tutta la comunità cittadina. Pertanto, si sono adottate modalità di lavoro aperte e condivise, per aprirsi ai contributi ed ai suggerimenti degli operatori, delle associazioni, dei professionisti e dei cittadini, anche in linea con recenti direttive comunitarie in tema di politiche energetiche ed ambientali.

Durante lo svolgimento del progetto, è stato sviluppato un sito Web ([http://www.dimec.unisa.it/PEC\\_Salerno](http://www.dimec.unisa.it/PEC_Salerno)) ed è stata diffusa una newsletter informativa, inviata anche agli organi di informazione. Inoltre, le indicazioni, i commenti e le disponibilità a collaborare al progetto sono state raccolte ed analizzate in modo sistematico attraverso un questionario on-line.

### **1.4.1 Ringraziamenti**

La stesura del PEC ha richiesto il reperimento di notevoli quantità di dati. Un sentito ringraziamento per la preziosa collaborazione fornita va a: Ufficio Vettoriamento ENEL di Salerno, Salerno Energia, Ufficio delle Dogane di Salerno, Ufficio Statistico di TERNA, Camera di Commercio di Salerno, Salerno Sistemi, SNAM Rete Gas.



## 1.5 Piattaforma di calcolo

Tra le finalità del PEC, ci sono quelle di renderlo uno strumento operativo aggiornabile, modificabile e adattabile alle esigenze future. Si è scelto quindi di sviluppare e utilizzare, ove possibile, una piattaforma di calcolo integrata, che assuma come dati di ingresso quelli già in uso presso le strutture che gestiscono i dati energetici ed ambientali (essenzialmente, fogli di calcolo in Excel), e che consenta di produrre un report con grafici e tabelle con una procedura informatizzata. Come motore di calcolo, si è optato per l'utilizzo di fogli di Excel integrati e di Matlab [23] [61], affermatosi come standard in molti settori tecnico-scientifici grazie anche grazie ad un'amplissima libreria di applicazioni. Uno schema funzionale della piattaforma di calcolo Excel/Matlab è descritto in Figura 1:

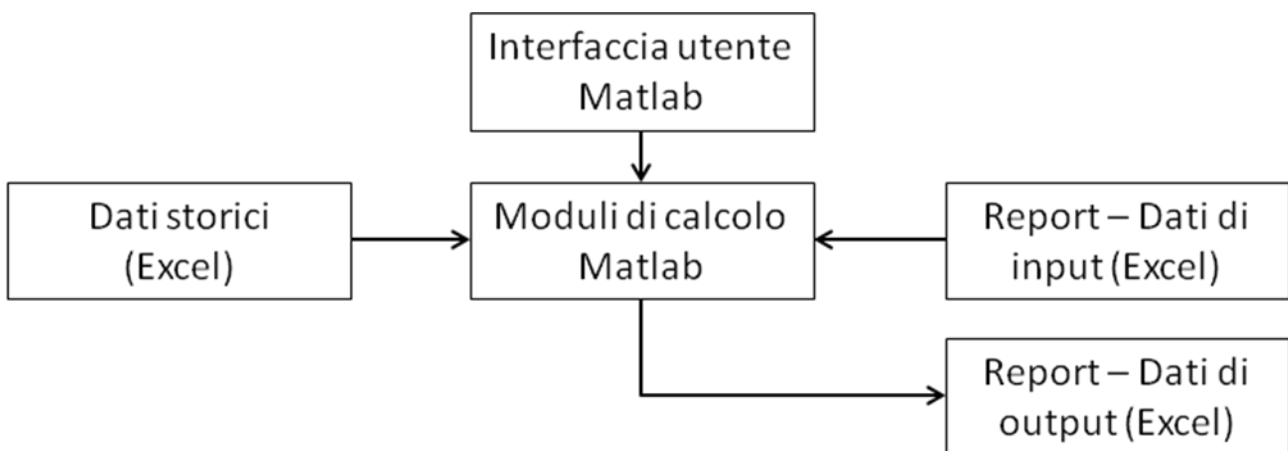


Figura 1 – Schema della piattaforma di calcolo del PEC

Questa scelta consentirà un più agevole aggiornamento dei risultati a partire dalla disponibilità di nuovi dati.

## 2 Il PEC nel quadro energetico-ambientale

---

Il Piano Energetico Comunale è uno strumento di programmazione a livello territoriale locale, che si inquadra però in un contesto molto più ampio. Ciò è dovuto alla particolare generalità e pervasività del tema energetico che, per i suoi stretti legami con gli aspetti ambientali ed economici, ha una dimensione che spazia dal livello planetario fino a quello europeo, nazionale, regionale e locale.

Il tema energetico, confinato fino a non molti anni tra i convegni degli specialisti, è ormai ampiamente presente nel dibattito politico, con un crescente coinvolgimento dei media e dell'opinione pubblica. La disponibilità energetica a livello nazionale è strettamente connessa allo sviluppo industriale e al tenore di vita. Ciononostante, la consapevolezza delle interconnessioni poste dai temi dell'energia, dell'ambiente e dello sviluppo è stata appannaggio fino a pochi anni fa soltanto di una cerchia relativamente ristretta di scienziati, tecnici, politici e intellettuali, mentre è recente e non ancora del tutto consolidata una sua più ampia diffusione nell'opinione pubblica e nelle stesse istituzioni.

I primi lavori scientifici sulla interdipendenza dei fattori energetici, economici, ambientali e demografici risalgono agli inizi degli anni '70 [3]. Lo studio sui limiti dello sviluppo, commissionato a tre ricercatori del MIT dal "Club di Roma", evidenziò, seppur con un modello matematico piuttosto semplificato (e poi successivamente migliorato), come le interazioni e le dinamiche di crescita delle cinque variabili esaminate (popolazione mondiale, industrializzazione, inquinamento, produzione alimentare e consumo delle risorse naturali) avrebbero potuto anche condurre a delle brusche inversioni di tendenza (catastrofi) rispetto all'andamento atteso di una crescita continua, se non opportunamente controllate. Per cogliere la portata innovatrice di queste indicazioni va ricordato come la percezione delle interdipendenze tra le diverse variabili, che oggi è piuttosto diffusa, non lo fosse altrettanto alla fine degli anni '60, quando circolava quella che è stata poi definita l'Utopia della Crescita Illimitata. In quel periodo, l'economista Herman Kahn, ascoltato consigliere del presidente Eisenhower, pronosticava per il ventunesimo secolo l'avvento della società 20-20: una popolazione di 20 miliardi, ognuno con 20.000 dollari di reddito annuo (degli anni '60)<sup>3</sup>.

Erano scenari che, evidentemente, non facevano i conti con la limitatezza delle risorse naturali. Riguardo ai combustibili fossili, in particolare, diviene sempre più chiaro il rischio del loro depauperamento, anche grazie al lavoro del geofisico Marion King Hubbert, che sviluppò già nel 1956 un semplice modello matematico per prevedere la produzione di combustibili fossili,

---

<sup>3</sup> Curiosamente, la sigla è stata ripresa di recente dalla Comunità Europea, con il programma 20-20-20: venti per cento di rinnovabili, venti per cento di riduzione della CO<sub>2</sub>, venti per cento di incremento di efficienza energetica; il nuovo programma, pur avendo connotazioni antitetiche rispetto al precedente, ne è accomunato da una visione altrettanto utopistica. C'è da chiedersi quanto la suggestione della numerologia possa influenzare la stessa formulazione degli scenari energetici ed economici.

secondo la quale ad una fase di crescita segue una fase simmetrica di decrescita, fino all'esaurimento. Il modello di Hubbert, inizialmente contestato, predisse con buona precisione il raggiungimento del picco della produzione negli Stati Uniti nel 1970 e l'andamento della produzione di greggio in alcune aree geografiche, come la Norvegia (Figura 2). A questo primo modello ne seguirono altri, con livelli di complessità crescenti anche per tener conto di ulteriori variabili, quali i prezzi e l'impatto delle tecnologie, che non ne smentirono però le caratteristiche fondamentali, legate al fatto che il petrolio è un bene limitato o lentamente rinnovabile rispetto al tasso di consumo.

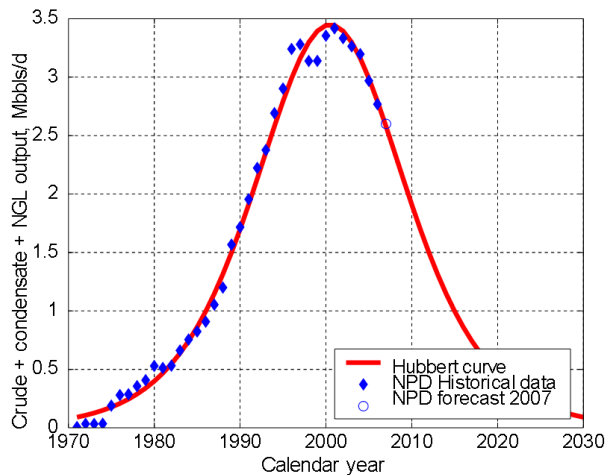


Figura 2 – Previsioni della produzione di greggio in Norvegia con la curva di Hubbert

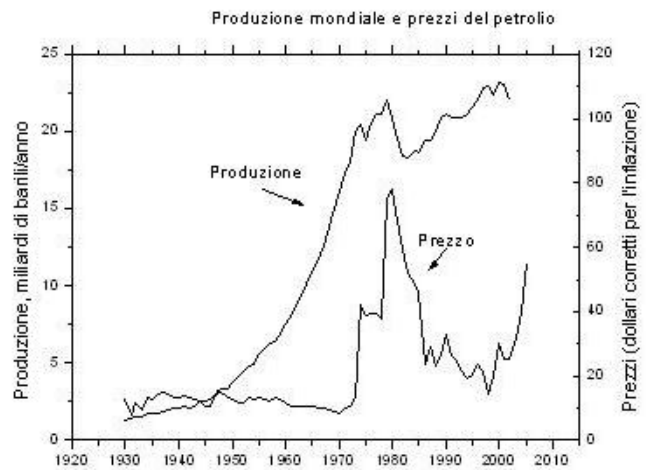


Figura 3 - Andamento dei prezzi e della produzione del petrolio negli ultimi cento anni

A rovinare l'illusione di un'energia illimitata e a basso prezzo provvide anche la crisi petrolifera del 1973, quando il prezzo del petrolio, per effetto di una inattesa interruzione del flusso di greggio dai paesi dell'OPEC, crebbe di un ordine di grandezza in pochi mesi, innescando un periodo di recessione. Una seconda impennata dei prezzi si ebbe alla fine degli anni '70, in concomitanza con un significativo calo della produzione (Figura 3), mentre le ultime instabilità, con una rapida crescita a circa 140 dollari al barile ed un altrettanto repentino calo, seguiti da una crescita tendenziale accompagnata da fluttuazioni varie, sono storia recente. E' interessante tuttavia confrontare l'analogo crollo dei prezzi dal picco massimo del 1981, che rispetto a quello verificatosi recentemente, è avvenuto su un periodo dieci volte più lungo.

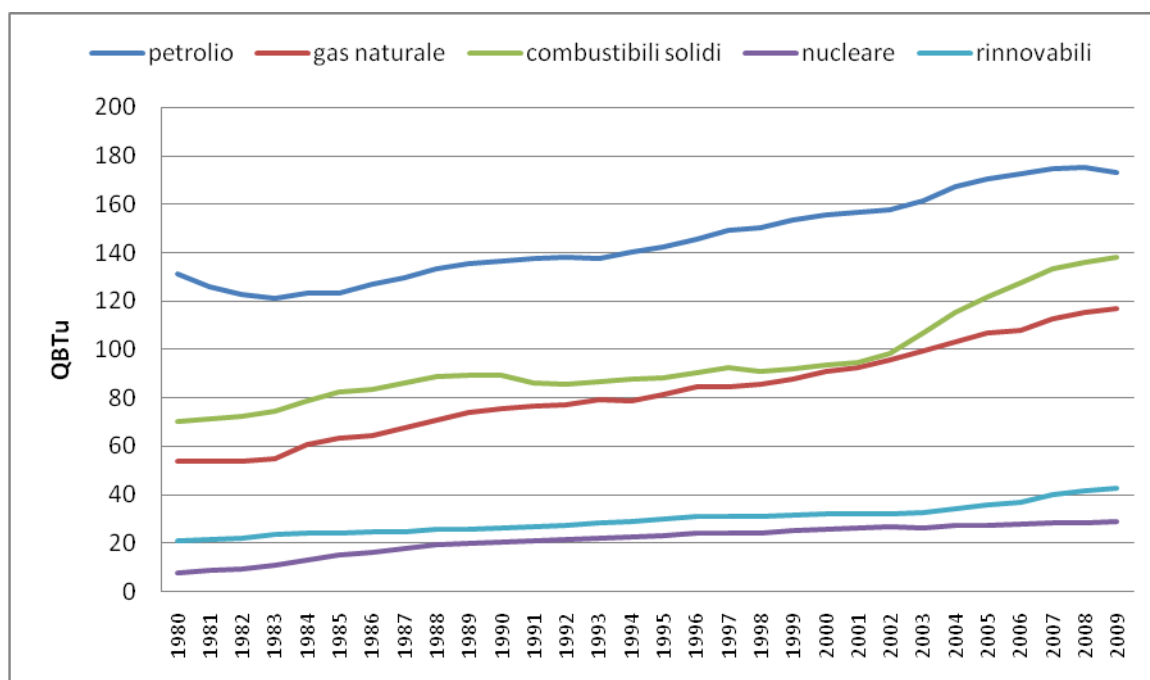
La forte impennata dei prezzi del petrolio, e delle altre risorse energetiche ad esso indicizzate, ha fatto aumentare le entrate dei Paesi aderenti al cartello OPEC<sup>4</sup> in modo sproporzionato in confronto agli anni precedenti<sup>5</sup> [4]. Il forte rialzo dei prezzi di beni energetici ha portato anche ad un aumento della concorrenza nel mercato internazionale per le loro forniture, che vede

<sup>4</sup> L'Organizzazione dei Paesi Esportatori di Petrolio meglio conosciuta come OPEC, *Organization of the Petroleum Exporting Countries*, fondata nel 1960, comprende attualmente quattordici paesi che si sono associati, formando un cartello economico, per negoziare con le compagnie petrolifere aspetti relativi alla produzione di petrolio, prezzi e concessioni.

<sup>5</sup> Le entrate sono valutabili in circa 1.000 miliardi di dollari contro una media di 200 miliardi nel triennio 2000-2003. Fonte: AEEG 2009

affiancare alla secolare produzione del Medio Oriente quella di diverse aree del continente americano, dell’Africa, dell’Estremo Oriente e della Russia, particolarmente vantaggiata per le immense riserve e per la strategica posizione geopolitica. Ciò vuol dire che in uno scenario di prezzi petroliferi in forte tensione e in tendenza al rialzo, con gas naturale e carbone che registrano dinamiche simili, l’utilizzo eccessivo dei combustibili fossili favorisce l’economia dei paesi produttori e penalizza quella degli importatori, che ai primi devono ricorrere per soddisfare il proprio fabbisogno.

Giacché il sistema energetico globale è fortemente dipendente dalle fonti fossili, che ad oggi soddisfano già più dell’80% del fabbisogno mondiale di energia, questa situazione permarrà nei prossimi decenni. In particolare, il petrolio continuerà a dominare la scena energetica, nei primi decenni del XXI secolo, già oggi la principale fonte di energia coprendo il 35% dei consumi. Anche per il carbone non cambia lo scenario, vista la disponibilità a basso costo e la notevole quantità negli Stati Uniti, in Germania e soprattutto nei paesi in via di sviluppo, la cui domanda energetica cresce a ritmi elevati e veloci. Il gas, che copre oggi il 21% dei consumi, continuerà ad affermarsi ulteriormente grazie alla disponibilità e alle sue qualità ambientali. A riprova di ciò, sta la costruzione di lunghi gasdotti per l’esportazione e l’espansione del mercato del gas naturale liquefatto per via nave, creando nuovi consumatori anche nei paesi in passato sprovvisti di questa risorsa.



Fonte: Elaborazione Dati dell’IEA

Figura 4 – Andamento storico della domanda mondiale di energia (1980 – 2009)

Contestualmente alla continua crescita dei prezzi, in parte legata al decrescente divario fra domanda e offerta dei beni energetici sui mercati internazionali, l’attuale panorama energetico vede una crescente domanda di combustibili fossili, nonostante la crisi finanziaria mondiale. Il fabbisogno di energia si è intensificato, con la domanda di petrolio addirittura raddoppiata per la crescita economica della Cina e dell’India, che hanno mantenuto alti i livelli dei consumi energetici

interni, seppur colpite dalla depressione economica. Anche la dipendenza dalle importazioni, in primis dell'Unione Europea, continua ad aumentare di anno in anno. La quota crescente della dipendenza dall'import, oltre a comportare rischi politici ed economici dovuti alla forte pressione mondiale sulle risorse energetiche, desta inquietudini circa la sicurezza o le difficoltà di approvvigionamento.

Eppure la situazione attuale pone anche i paesi produttori in una situazione di dipendenza reciproca, che devono garantire la sicurezza energetica internazionale e la stabilità economica del proprio paese, oltre a condividere un'azione efficace contro i cambiamenti climatici. Finanche con ripercussioni talvolta differenti, gli effetti di tale scenario sono dunque avvertiti direttamente da tutti i paesi e richiedono un approccio complementare condiviso, perché l'accesso all'energia è un requisito fondamentale per il loro sviluppo, sia economico che sociale.

Le altre fonti, tra cui il solare e l'eolico, non sono riuscite a mettere in discussione il primato dei combustibili fossili. Nel quadro di un aumento del consumo mondiale di energia di quasi il 30% previsto nei prossimi quindici anni, il peso delle energie alternative aumenterà senza che cresca tuttavia sensibilmente la loro quota percentuale sul consumo totale<sup>6</sup>.

Questa breve analisi, che ha mostrato chiaramente i limiti e le criticità degli attuali modelli di sviluppo e in cui si manifestano apertamente le profonde interconnessioni tra recessione economica, crisi energetica e cambiamenti climatici, induce alla consapevolezza che lo scenario energetico internazionale difficilmente potrà subire radicali mutamenti nel breve periodo. Ciò significa che a trenta anni dalla prima grande crisi petrolifera pesa ancora la mancanza di un approccio chiaro alla questione energetica, improntato sulla diversificazione delle fonti primarie e sull'uso efficiente dell'energia nei vari settori di consumo finale.

In un tale contesto si è andato affermandosi il concetto di Sviluppo Sostenibile, inteso come quella forma di sviluppo *“capace di soddisfare i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare i propri bisogni”* [2], diffusosi nelle politiche energetiche nazionali e internazionali anche a seguito delle Conferenze di Stoccolma (1972), di Rio (1992) e di Kyoto (1997). In quest'ultima, in particolare, sono emersi con enfasi i rischi del riscaldamento globale e dei cambiamenti climatici, e l'impatto su di essi delle attività antropiche.

Il legame tra tenore di CO<sub>2</sub>, variazioni di temperatura ed effetti climatici, osservabile dalla elaborazione di dati ottenuti dal carotaggio dei ghiacciai, poggia su basi scientifiche solide, ed il trend di crescita nell'ultimo secolo della concentrazione della CO<sub>2</sub> e della temperatura media, depurato dalle oscillazioni di breve periodo, è sufficientemente chiaro (Figura 5). Tra i maggiori imputati alla crescita del tenore di CO<sub>2</sub> vi sono i processi di combustione dei combustibili di origine fossile, che alimentano direttamente o indirettamente la gran parte dei consumi energetici.

Le criticità ancora oggi esistenti, insieme alla consapevolezza degli effetti negativi dell'aumento della concentrazione dei gas a effetto serra in atmosfera, inducono ad una crescente attenzione

---

<sup>6</sup> Un maggiore spazio di mercato a queste fonti potrebbe essere garantito solo da notevoli finanziamenti pubblici per l'installazione degli impianti e da un impegno di risorse cospicue nella ricerca di innovazioni tecnologiche nel campo delle energie rinnovabili.

nell'uso delle risorse energetiche, unitamente ad un maggior accesso alle rinnovabili e alla valorizzazione delle fonti energetiche, quali attività fondamentali della pianificazione dei territori verso la sostenibilità economica, sociale ed ambientale.

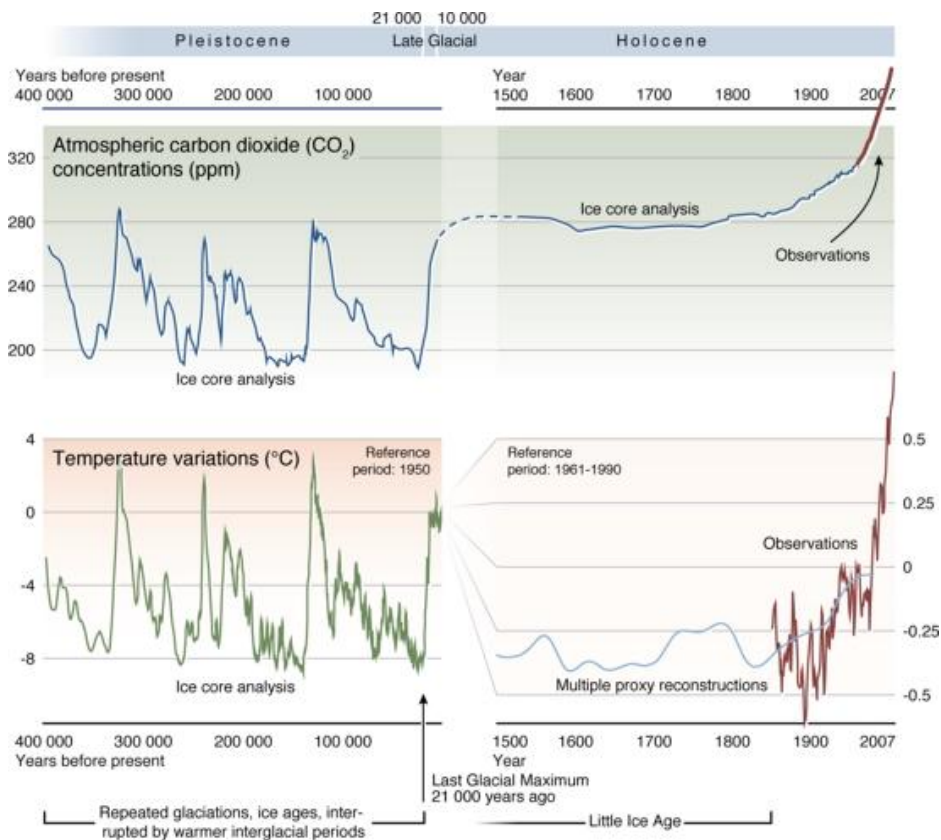
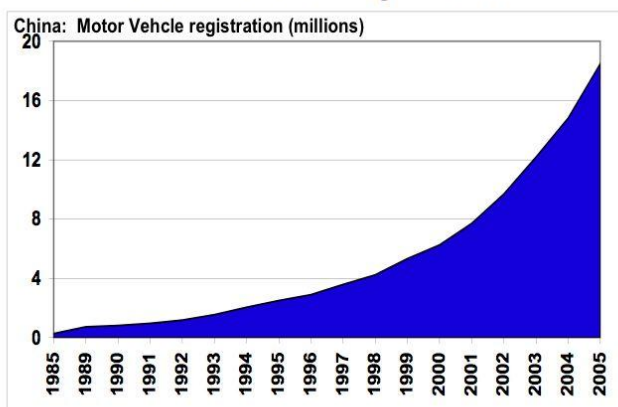


Figura 5 - Andamenti misurati e stimati per la concentrazione di CO<sub>2</sub> e la temperatura terrestre (<http://www.unep.org>).

### Motor Vehicle Registration



Source: China Statistical Yearbook 2006

Figura 6 – Incremento della motorizzazione in Cina

## 2.1 Dalle prescrizioni di Kyoto agli impegni locali

Con il Protocollo di Kyoto<sup>7</sup>, approvato nel 1997 ed entrato in vigore il 16 febbraio 2005 [5], 160 tra Paesi industrializzati e quelli che si trovano in un processo di transizione verso un'economia di mercato, si sono impegnati a "ridurre il totale delle emissioni dei gas responsabili dell'effetto serra<sup>8</sup> almeno del 5% rispetto ai livelli del 1990, nel periodo di adempimento 2008–2012", avviando un piano d'azione contro l'aumento di temperatura della Terra. In particolare il Protocollo prescriveva, per il 2012, una riduzione del 5.2% delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente<sup>9</sup> rispetto al 1990. Questo impegno non è però distribuito in modo uniforme tra le diverse aree geografiche: all'Europa toccherebbe una riduzione dell'8% del quantitativo di CO<sub>2</sub>, rispetto al 1990, mentre l'obiettivo assegnato all'Italia in ambito comunitario sarebbe quello di una riduzione del 6.5%<sup>10</sup> (Tabella 1).

Non si tratta solo di obiettivi generici, in quanto il loro mancato conseguimento comporterebbe il pagamento di una penale pari a 100 euro a tonnellata di CO<sub>2</sub> equivalente in eccesso. Si tratta di

<sup>7</sup> Il protocollo di Kyoto è un trattato internazionale riguardante il riscaldamento globale, firmato a Kyoto, in Giappone, l'11 Dicembre 1997 da più di 160 paesi; si basa sui principi stabiliti in una struttura d'accordo firmata nel 1992 e prevede l'obbligo per i paesi industrializzati di operare una riduzione delle emissioni di elementi inquinanti del 5% da raggiungere nel periodo 2008-2012, avendo come base i livelli di emissione rilevati nel 1990. Nel novembre 2001 durante la Conferenza di Marrakech, settima sessione della Conferenza delle Parti, 40 paesi sottoscrissero il Protocollo di Kyoto. Due anni dopo, più di 120 paesi avevano aderito al trattato, fino all'adesione e ratifica della Russia nel 2004, considerata importante poiché questo paese produce da solo il 17,6% delle emissioni. Nell'aprile 2007 gli stati aderenti erano 169. L'Australia, che aveva firmato ma non ratificato il protocollo, lo ha ratificato il 2 dicembre 2007. Finora hanno aderito effettivamente 125 Paesi, tra cui Ue e Italia, rispetto ai 160 iniziali. Attualmente 170 paesi hanno depositato strumenti di ratifica, per una percentuale totale di emissioni delle Parti in Allegato I della Convenzione Quadro pari al 61,6%.

<sup>8</sup> Sono sei i gas «imputati» dell'effetto serra e almeno in parte responsabili del surriscaldamento complessivo: *Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)* un gas emesso soprattutto dalle industrie di trasformazione e produzione energetica e dagli scarichi delle auto; *Metano (CH<sub>4</sub>)*, che proviene dal settore agricolo e dalle discariche di rifiuti; *Protossido di azoto (N<sub>2</sub>O)* da energia, trasporti e agricoltura; *Perfluorocarburo (PF)*, un clorocarburo utilizzato per la refrigerazione; *Idrofluorocarburo (HFC)*, uno dei principali sostituti dei Cfc (i gas responsabili del «buco» dell'ozono), usato per refrigerazione e condizionamento; *Esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>)* un prodotto chimico usato nell'industria.

<sup>9</sup> E' l'unità di misura utilizzata per misurare il GWP (*Global Warming Potential*) dei gas serra, ovvero il loro potenziale di riscaldamento globale. La CO<sub>2</sub> è il gas di riferimento usato per misurare tutti gli altri, quindi il GWP della CO<sub>2</sub>=1.

CO<sub>2</sub>equivalenti dei principali gas serra:

CO<sub>2</sub> = 1

CH<sub>4</sub> = 2

N<sub>2</sub>O = 310

SF<sub>6</sub> = 23.900

PFC = 6.500 - 9.200

HFC = 140 - 11.700

<sup>10</sup> Ciascun paese che ha firmato il protocollo accetta il suo specifico obiettivo: del 5,2% medio nei Paesi industrializzati, dell'8% nella Ue, 7% gli Usa e 6% il Giappone. Con la Legge 120/2002, l'Italia si è impegnata ad una riduzione delle emissioni di gas serra del 6,5%. Se i paesi del Vecchio continente sono tenuti ad abbassare le emissioni dell'8%, per la Russia è stata accettata la proposta di stabilizzarsi sui livelli raggiunti nel 1990; alcuni paesi, poco inquinanti, hanno ottenuto il permesso di aumentare l'industrializzazione di una certa percentuale, senza dover pagare sanzioni.

I paesi in via di sviluppo, al fine di non ostacolare la loro crescita economica frapponendovi oneri per essi particolarmente gravosi, non sono stati invitati a ridurre le loro emissioni. I paesi industrializzati hanno ridotto le loro emissioni complessive di circa il 3% dal 1990 al 2000. Si ritiene che ciò è stato principalmente dovuto ad un rilevante decremento nelle emissioni da parte delle collassate economie dei paesi dell'ex Unione Sovietica, che hanno mascherato un aumento decisamente rilevante tra i paesi ricchi.

obiettivi molto impegnativi, tenendo conto del trend di forte crescita della domanda mondiale di energia, almeno prima della recente crisi economica, legato soprattutto all'emergere di nazioni quali Cina ed India<sup>11</sup> (Figura 6), che assommano da sole circa un terzo della popolazione mondiale, e che avrebbe richiesto un forte ricorso alle fonti rinnovabili e rilevanti interventi di risparmio energetico.

	<b>1990 TOTALE</b>	<b>2005 TOTALE</b>	<b>2012 TARGET % anno base 1990</b>	<b>2012 TARGET</b>	<b>2020 TARGET % anno base 1990</b>	<b>2020 TARGET</b>
	<b>(Mt CO<sub>2</sub>eq)</b>	<b>(Mt CO<sub>2</sub>eq)</b>	<b>%</b>	<b>(Mt CO<sub>2</sub>eq)</b>	<b>%</b>	<b>(Mt CO<sub>2</sub>eq)</b>
Francia	562	569	0	562,3	-14,9	448
Germania	1231	1022	-21	972,9	-31,6	842
Regno_Unito	775	692	-12,5	678	-27	565
<b>Italia</b>	<b>519</b>	<b>588</b>	<b>-6,5</b>	<b>485</b>	<b>-5,1</b>	<b>492</b>
UE_15	4269	4310	-8,1	3925	-16,1	3581
UE_27	5800	5299	-8,1	5340	-21,9	4527

Tabella 1 – Target nazionali ed europei per il 2012 e 2020 in Migliaia di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente

L'Europa, comunque, si è autonomamente prefissa obiettivi ancora più avanzati, con il programma 20-20-20, che prevede il raggiungimento entro il 2020 di un incremento del 20% per le fonti rinnovabili, di un pari incremento nel risparmio energetico ed di una riduzione del 20% di riduzione della CO<sub>2</sub>. Secondo le decisioni stabilite nell'ambito del pacchetto clima energia dell'UE, l'Italia dovrà ridurre entro il 2020 le proprie emissioni a effetto serra del 13% rispetto ai livelli del 2005<sup>12</sup>. In ambito europeo si è scelto di fissare al 2005 invece che al 1990 l'anno di riferimento per i nuovi tagli dei gas a effetto serra. Questa decisione ha avvantaggiato l'Italia che, in controtendenza rispetto alla maggior parte dei partner europei, aveva aumentato le proprie emissioni di gas serra del 12,1% rispetto al 1990. Ciò nondimeno, a causa dei ritardi accumulati finora, gli obiettivi da raggiungere rimangono molto impegnativi. Obiettivi così ambiziosi non possono essere raggiunti senza un adeguato riverbero alle diverse scale territoriali. Tra l'altro, oltre a costituire un problema planetario, gli effetti indotti dai cambiamenti climatici si manifestano anche a livello locale, con un aumento delle temperature, con precipitazioni sempre più brevi e più forti, con un impatto negativo sul dissesto idrogeologico, sull'agricoltura e sulla flora, la fauna e la salute dell'uomo.

<sup>11</sup> L'India e la Cina, che hanno ratificato il Protocollo, non sono tenute a ridurre le emissioni di anidride carbonica nel quadro del presente accordo, nonostante la loro popolazione relativamente grande. Infatti Cina, India e altri paesi in via di sviluppo sono stati esonerati dagli obblighi del protocollo di Kyoto perché essi non sono stati tra i principali responsabili delle emissioni di gas serra durante il periodo di industrializzazione che si crede stia provocando oggi il cambiamento climatico. I paesi non aderenti sono responsabili del 40% dell'emissione mondiale di gas serra.

<sup>12</sup> Tale riduzione è relativa ai settori non soggetti alla Direttiva Emission Trading System (ETS), vale a dire, essenzialmente, trasporti, edilizia, servizi, agricoltura, rifiuti, piccoli impianti industriali. A questo obiettivo si aggiungeranno quelli relativi ai settori ETS (termoelettrico, impianti di combustione oltre i 20 MWt, raffinazione, produzione di cemento, acciaio, carta, ceramica, vetro), che saranno fissati complessivamente a livello UE [10].



### 2.1.1 Gli effetti della crisi economica

L'andamento del PIL mondiale dal 2008 ha visto un susseguirsi di previsioni calanti, annunciando l'eventualità di una recessione economica insolitamente rigida e prolungata. Le prospettive per il 2009, ancora abbastanza ottimistiche fino alla fine del 2008, sono precipitate poi nei primi mesi dell'anno con la constatazione di un crollo dell'economia mondiale a tassi sempre più negativi<sup>13</sup>.

La crisi, segnata dal drastico blocco subito dalla crescita dei Paesi avanzati (Stati Uniti, Unione Europea e Giappone), ha coinvolto anche le economie emergenti il cui tasso di sviluppo non ha oltrepassato il 4,5% nel 2008 (rispetto all'8% nel 2007<sup>14</sup>). Del resto, se la crescita economica globale dipende fondamentalmente dal commercio estero, con i Paesi industrializzati travolti da un consistente calo, era prevedibile che anche le economie emergenti non potessero continuare a crescere.

Alla recessione economica mondiale si è strettamente correlata la richiesta del fabbisogno di energia e l'instabilità dei prezzi dei beni energetici, che ha colpito duramente i mercati internazionali. Il grado di anomalia registrato dagli *hub* negli ultimi anni ha, infatti, confermato il parallelismo impressionante tra la crescente quotazione dei combustibili, particolarmente evidente per il petrolio, e la recessione economica mondiale. Le forti escursioni del prezzo del petrolio hanno avuto la capacità di rilevare la sensibilità dei mercati finanziari di amplificare i segnali provenienti dalle dinamiche che regolano la domanda e l'offerta di energia. Il conseguente impatto sulle quotazioni internazionali, seppur dissimile sui paesi esportatori e importatori, risulta comunque negativo [4].

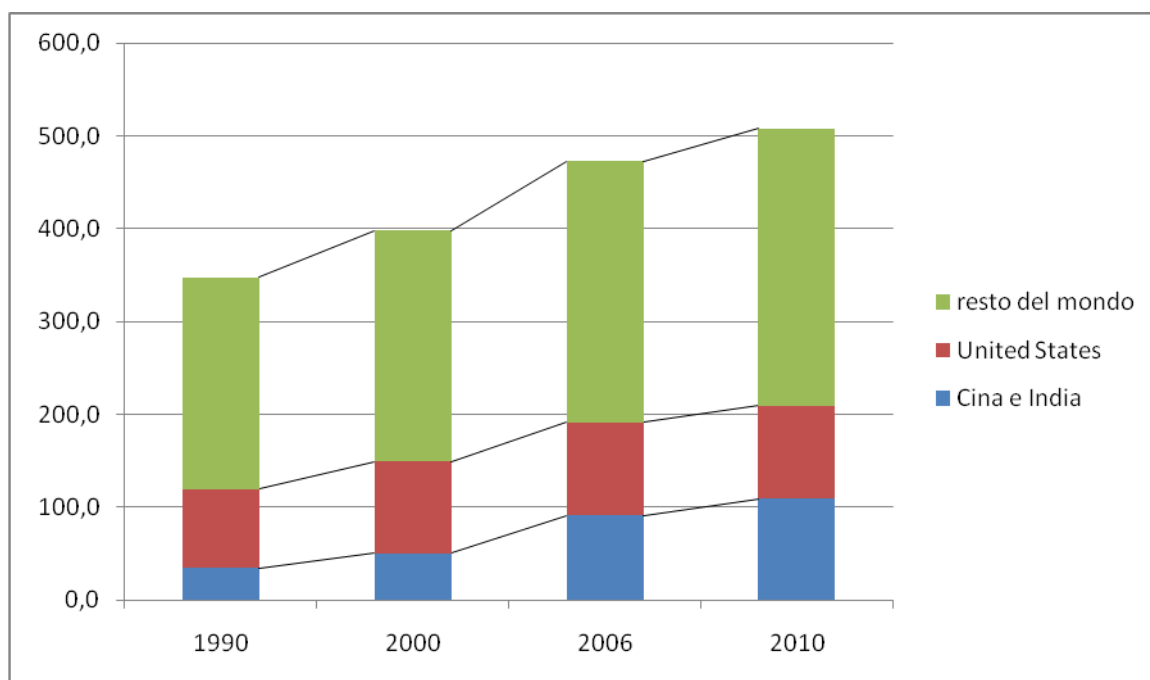
Gli effetti della recente crisi economica hanno influenzato la domanda di energia, uno dei più importanti settori dell'epoca contemporanea, sebbene l'andamento mostri sensibili differenze tra le aree geopolitiche. I paesi emergenti e quelli in via di sviluppo hanno visto, pur nel rallentamento economico, un'interrotta crescita della domanda di energia, in atto da anni (+3,7% all'anno nel periodo 1995-2008), trascinata in modo particolare dalla richiesta energetica di India e Cina (circa 5% e 6,5% all'anno nel periodo 1995-2008). Per i paesi OCSE, economicamente più maturi e con una crescita della domanda di energia storicamente più contenuta (1% in media annua tra il 1995 e il 2008), la crisi ha portato invece una flessione netta della domanda.

---

<sup>13</sup> La crisi economica, iniziata nella seconda metà del 2008, sta determinando un forte rallentamento dell'economia mondiale e una fase recessiva delle economie occidentali (la peggiore dal 1929), destinati a continuare per tutto il 2009 e per parte del 2010, i cui esiti finali sono tuttora molto incerti. Ciò è avvenuto nonostante gli interventi volti a sostenere la domanda e la stabilità finanziaria. I dati e le previsioni del Fondo Monetario Internazionale per il periodo 2008-2009 evidenziano tuttavia la diversa dinamica che potrebbe interessare le principali aree geopolitiche. Pur nella crisi, i paesi emergenti e quelli in via di sviluppo mostrano tassi di crescita ancora sostenuti rispetto alla diffusa recessione dei paesi più avanzati. Fonte: Enea

<sup>14</sup> Dal 4% a livello globale pronosticato nel luglio del 2008 e dal 2% in dicembre, si è giunti a 0,5% in febbraio 2009 e a -0,8% in aprile. Tra le grandi aree si salvano solo Cina e India, che tuttavia accusano un forte calo rispetto all'andamento storico. Peraltro, le variazioni trimestrali del PIL cinese rispetto allo stesso trimestre dell'anno precedente sono calate costantemente da un massimo di 11,5% nel secondo trimestre del 2007 a poco più del 6% nel secondo trimestre del 2009. Ancora peggiore è il deterioramento dell'economia indiana. Fonte: AEEG 2009

Nonostante la fase di forte rallentamento generale, tra le fonti energetiche tradizionali il carbone si conferma come la risorsa prevalente e in maggiore crescita e in particolare in Asia con Cina e India che largamente lo utilizzano tra l'altro nella generazione elettrica<sup>15</sup>.



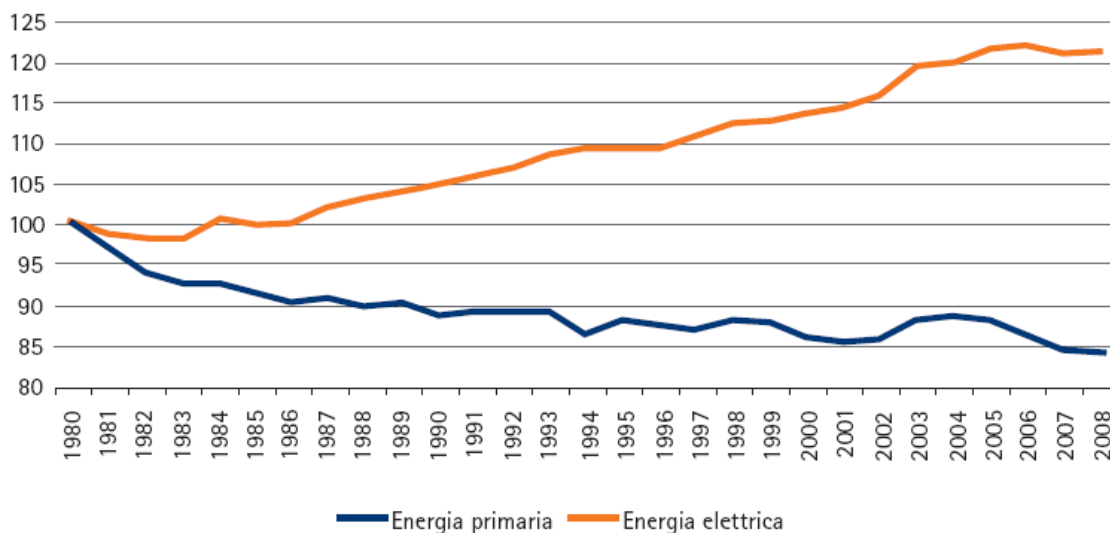
Fonte: Elaborazione Dati dell'IEA

Figura 7 – Serie storica del fabbisogno di energia per aree geografiche

A livello nazionale si è registrata una riduzione della domanda complessiva di energia primaria, per il quarto anno consecutivo<sup>16</sup>. Il calo è solo in parte la conseguenza della scarsa (o negativa) crescita economica, come rilevato nella Figura 7, che illustra il trend calante del rapporto tra fabbisogno di energia primaria e PIL verificatosi negli ultimi tre decenni, correlato con il continuo miglioramento del rendimento del sistema energetico nel suo complesso. In parallelo, si rileva comunque che il rapporto tra energia elettrica e PIL continua a crescere, seppure in modo non continuo.

<sup>15</sup> L'incremento della domanda di carbone in Cina rappresenta circa l'80% della crescita nel periodo 1995-2008 e quasi il 40% dell'incremento della domanda mondiale di energia nello stesso periodo.

<sup>16</sup> Dopo il valore massimo di 196,7 Mtep raggiunto nel 2004, il fabbisogno di energia per i consumi interni è calato di 0,7 Mtep nel 2005 e 2006, di 1,3 Mtep nel 2007. Nel 2008 ha raggiunto 192,1 Mtep con un ulteriore calo di ben 2,1 Mtep. Si tratta dunque di una diminuzione complessiva di 4,8 Mtep in 5 anni.



Fonte: Elaborazione Dati dell'AEEG 2009

Figura 8 – Intensità energetica del PIL dal 1980 al 2008 (Numeri indice 1980 = 100)

La congiuntura economica ha comunque influenzato l'andamento fortemente decrescente, sebbene il calo sia avvenuto in via generale per tutto lo spettro degli usi finali, in modo diverso per fonte e settore.

Il **petrolio** ha registrato il calo più consistente tra le fonti energetiche negli usi finali (-1,4%). La riduzione dei consumi, posta in relazione al crescente prezzo del greggio, non ha fatto altro che aggravarsi nel corso del 2008 e peggiorare ancora nei primi mesi del 2009, per effetto della crisi economica. La diminuzione dei consumi è stata significativa in tutti i settori, soprattutto in quello dei trasporti che hanno visto un calo assoluto di poco inferiore a un milione di tep (-1,8%). Il settore meno colpito è stato quello degli usi civili, dove i prodotti petroliferi sono comunque presenti in forma minoritaria.

Il calo dei consumi di **gas naturale** nel settore industriale nel suo complesso è stato pari al 9,1%, mentre i consumi negli usi civili, determinati prevalentemente dal riscaldamento degli ambienti, sono aumentati del 6,1%.

Gli effetti della congiuntura economica sui consumi di **energia elettrica**, già presenti a metà del 2008, sono emersi in tutta chiarezza nell'ultimo trimestre dell'anno con una caduta del fabbisogno particolarmente forte nelle regioni settentrionali ma comunque rilevante anche nelle regioni meridionali. La riduzione più forte è avvenuta, non sorprendentemente, nel settore industriale (-3,1%) mentre il settore degli usi civili evidenzia una leggera crescita, nonostante il calo del settore terziario che incide per il 50%.

A livello settoriale, è evidente quindi che la riduzione è principalmente da attribuirsi alla caduta della produzione che ha raggiunto il -10,4%, producendo una riduzione dei consumi energetici nel settore industriale (-4,7%), principalmente gas naturale (-9,1%) ed energia elettrica (-3,1%). Particolarmente esposti alla crisi, sono stati il settore metallurgico e quello petrolchimico (-11%) seguiti dal settore del cemento; anche tutti i settori manifatturieri hanno ridotto i consumi in modo significativo.

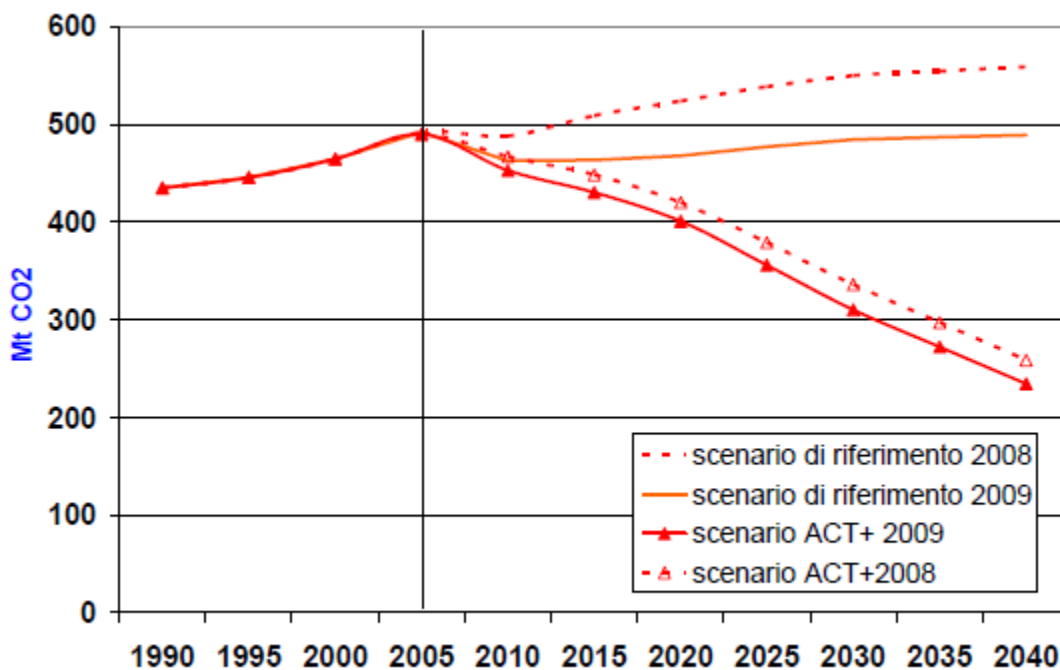
Il calo dei consumi è stato invece più contenuto nei trasporti, dove in parallelo alla riduzione significativa dei prodotti petroliferi vi è stata una forte crescita dei combustibili non tradizionali (gas naturale e biocombustibili). Hanno invece continuato a crescere gli usi civili, e in particolare il gas naturale [131].

Di conseguenza, anche gli scenari futuri che sono alla base di molte analisi del settore sono in corso di revisione. E' evidente come formulare tali previsioni sia esercizio non facile, perché il cambiamento dell'evoluzione tendenziale del sistema determinato dalla crisi può avere un impatto significativo anche sugli investimenti tecnologici in grado potenzialmente di ridurre le emissioni climalteranti.

Si riportano i risultati di un recente studio presentato dall'ENEA [131] sui possibili effetti della crisi sul sistema energetico italiano. In particolare, si è analizzato l'andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel cosiddetto "scenario tendenziale", utilizzato come riferimento per i successivi scenari di intervento in molti studi, compreso il Piano Energetico Regionale della Campania [10] e questo Piano Energetico Comunale, come mostrato nel capitolo sul Bilancio Energetico.

Il grafico mostra il confronto tra lo scenario utilizzato dall'ENEA come riferimento nel 2008, che non teneva ancora in conto la profonda revisione al ribasso di tutte le stime di crescita per gli anni 2008-2010, con uno scenario aggiornato all'anno successivo. Lo scenario di riferimento prevede attualmente una crescita leggermente negativa per il periodo 2008-2012, mentre, dopo il 2012, si ipotizza una crescita media annua dell'1,5%, simile a quella dello scenario precedente.

Si può notare che, per effetto dell'abbassamento della curva delle emissioni tendenziali, le emissioni previste per il 2012 e per il 2020 si riducono rispettivamente al 93,2% ed all'89,6% di quelle previste dallo scenario pre-crisi (Tabella 2). In particolare, rispetto all'anno 2005 (492 Mt), per il quale lo scenario tendenziale precedente prevedeva per il 2020 una crescita del 6,5%, lo scenario aggiornato ipotizza una riduzione di quasi il 5%.



Fonte: Enea

Figura 9 – Emissioni di anidride carbonica nello scenario di riferimento 2008 e nella revisione 2009 (Mt CO<sub>2</sub>) (Fonte ENEA) [131]

Anno	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Scenario pre-crisi	496	498	499	500	500	501	502	503	505	509	513	517	521	524	526	529
Scenario post-crisi	496	490	485	479	474	469	469	468	468	469	470	470	471	471	473	474
Rapporto	1,000	0,985	0,972	0,960	0,947	0,937	0,934	0,932	0,927	0,921	0,915	0,910	0,904	0,900	0,898	0,896

Tabella 2 – Emissioni di CO<sub>2</sub> per gli scenari di riferimento pre e post crisi e loro rapporto.



## 2.2 Il contesto normativo

Il Piano Energetico Comunale (PEC) è uno strumento di programmazione a livello territoriale, che s’inserisce in un contesto molto più ampio, essendo i suoi obiettivi perfettamente allineati con quelli delle politiche energetiche nazionali e europee. Essendo, fra l’altro, la normativa di riferimento costituita da Leggi Nazionali che spesso recepiscono le Direttive emanate a livello comunitario, si ritiene opportuno tracciare le principali tappe seguite dall’UE nel percorso verso la sostenibilità energetica. Pertanto, per meglio comprendere le finalità assunte dai PEC, che attraverso le azioni e gli interventi programmati non sono altro che la perfetta applicazione di quanto richiesto dalla Commissione europea, si percorrono le principali tappe che hanno scandito negli ultimi anni lo sviluppo delle politiche energetiche comunitarie, volte a sostenere lo sviluppo dell’energia tutelando l’ambiente, la salute e la sicurezza pubblica.

### 2.2.1 Il contesto normativo comunitario

L’Unione europea, consapevole delle criticità esistenti<sup>17</sup>, ha provveduto negli ultimi anni a un riesame strategico dell’attuale sistema energetico, delineando gli interventi riportati nei Documenti, Piani di Azione e Libri Verdi pubblicati dalla CE.

In sostanza, dopo il “Sector Inquiry” sullo stato della liberalizzazione del settore energetico in Europa, pubblicato in febbraio 2006, e il Piano per l’efficienza energetica dell’estate 2006, il 10 gennaio 2007 la Commissione Europea ha presentato lo “Strategic Energy Review”, contenente le linee guida per affrontare l’emergenza climatica ed energetica e definire una politica congiunta dell’Unione sulla materia. In seguito, il Consiglio Europeo dell’8 e 9 marzo 2007, nel rilevare la necessità di una nuova politica climatica ed energetica integrata, ha varato il “Piano di Azione” con le indicazioni per la Politica Energetica per l’Europa. Contestualmente, le pubblicazioni del “Libro Verde sull’energia” costituiscono altresì una tappa importante nell’informazione, nello sviluppo e nell’attuazione delle misure individuate dalla Commissione.

La tabella successiva sintetizza, senza alcuna pretesa di esaustività, la Documentazione Ufficiale prodotta nell’ambito della politica energetica comunitaria negli ultimi anni.

---

<sup>17</sup> Cfr. Introduzione del Capitolo 2

Data	Documento	Contenuto
29 novembre 2000	COM(2000) 769 definitivo – Non pubblicato nella Gazzetta ufficiale	Libro verde <i>"Verso una strategia europea di sicurezza dell'approvvigionamento energetico"</i>
26 giugno 2002	COM(2002) 321 definitivo - Non pubblicata nella Gazzetta ufficiale. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo.	Relazione finale sul Libro verde <i>"Verso una strategia europea di sicurezza dell'approvvigionamento energetico"</i>
11 settembre 2002	COM(2002) 488 definitivo – Non pubblicata nella Gazzetta ufficiale. Comunicazione della Commissione	«Il mercato interno dell'energia: misure coordinate in materia di sicurezza dell'approvvigionamento energetico»
2005	COM (2005) 265 definitivo-	Libro verde sull'efficienza energetica: <i>"Fare di più con meno"</i>
8 marzo 2006	COM (2006) 105 definitivo-	Libro verde <i>"una strategia europea per un'energia sostenibile, competitiva e sicura"</i>
19 ottobre 2006	[COM(2006) 545 – Non pubblicata nella Gazzetta ufficiale	Piano d'azione per l'efficienza energetica
16 novembre 2006	Sec (2006) 1500 definitivo	Summary report
10 gennaio 2007	COM(2007) 1 definitivo – Comunicazione della Commissione al Consiglio europeo e al Parlamento europeo	<i>"Una politica energetica per l'Europa"</i>
18-19 marzo 2007	CONCL 1	Piano d'azione
22 novembre 2007	COM(2007) 723 definitivo	Piano strategico europeo per le tecnologie energetiche (PIANO SET) <i>"Verso un futuro a bassa emissione di carbonio"</i>
19-20 Giugno 2008	CONCL 2	

Tabella 3 - Documentazione Ufficiale della CE

In sintesi, gli interventi da sostenere in ambito comunitario, delineati nei Documenti pubblicati dalla Unione Europea, riguardano:

- l'integrazione dei mercati elettrici nazionali;
- la reale apertura e integrazione del mercato del gas;
- gli investimenti nelle infrastrutture prioritarie di trasporto e di stoccaggio dell'energia;
- la politica estera in materia energetica;
- le sfide legate al cambiamento climatico;
- il mercato interno dell'energia;
- le azioni sull'offerta e sulla domanda delle risorse energetiche;
- il ruolo delle fonti rinnovabili e del nucleare.

La politica energetica dei singoli Stati Membri non può prescindere dal contesto continentale e dai vincoli e dagli obiettivi che vengono concordati a livello comunitario. Pertanto ciascun Paese dell'UE ha il compito di recepire quanto emanato dalla Commissione, intervenendo con un *corpus* normativo che ben interpreti le strategie della politica europea.

### 2.2.2 Il quadro normativo nazionale

Nonostante le notevoli variazioni del quadro istituzionale e di mercato in materia di energia, il Piano Energetico Nazionale (PEN), datato al 1985 e approvato come ultimo aggiornamento dal Consiglio dei Ministri il 10 agosto 1988, può essere considerato ancora oggi il principale strumento di politica energetica nazionale.



Il PEN ha promosso, infatti, l'uso razionale dell'energia e del risparmio energetico, ha adottato le norme per l'autoproduzione e ha esteso il progressivo aumento di fonti alternative di energia, puntando al raggiungimento entro il 2000 del 44% dell'aliquota del rinnovabile all'interno del mix generativo, diversamente ripartito tra il solare e l'eolico.

Per recepire le indicazioni fornite dalla legislazione comunitaria e rendere concreta la loro applicazione a livello nazionale, sono state emanate nel 1991 le Leggi n.9 e n.10, che hanno fornito le basi per l'attuazione del PEN e, più in generale, del nuovo assetto energetico.

In particolare, la **Legge del 9 gennaio 1991, n.9** riguardante le "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali", ha fornito le normative concernenti la produzione e la autoproduzione dell'energia elettrica, il vettoriamento del gas naturale, il teleriscaldamento, le agevolazioni fiscali, il contenimento dei consumi, istituendo altresì il marchio "Risparmio Energetico".

Ancora, la **Legge del 9 gennaio 1991, n. 10** concernente al TITOLO I le "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia", al TITOLO II "le Norme per il contenimento del consumo di energia negli edifici" e al TITOLO III le "Disposizioni finali", ha definito le Norme attuative e sulle tipologie tecnico-costruttive, sul teleriscaldamento, sul risparmio di energia e sull'uso di fonti rinnovabili di energia o assimilate, in particolar modo nel settore agricolo, i contributi in conto capitale a sostegno dell'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia nell'edilizia, i contributi per il contenimento dei consumi energetici nei settori industriale, artigianale e terziario, definendo altresì le responsabilità per la conservazione e l'uso razionale dell'energia e istituendo la certificazione energetica degli edifici.

In particolare, l'**Art.5.Piani regionali** prevede al Comma 1 che "Le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, d'intesa con l'ENEA, individuano i bacini che in relazione alle caratteristiche, alle dimensioni, alle esigenze di utenza, alla disponibilità di fonti rinnovabili di energia, al risparmio energetico realizzabile e alla preesistenza di altri vettori energetici, costituiscono le aree più idonee ai fini della fattibilità degli interventi di uso razionale dell'energia e di utilizzo delle fonti rinnovabili di energia" e al Comma 2 che ".....predispongono rispettivamente un piano regionale o provinciale relativo all'uso delle fonti rinnovabili di energia".

L'articolo suddetto prevede inoltre al Comma 3 che il Piano Energetico, predisposto a livello sia regionale che provinciale e comunale, contenga:

- a) il bilancio energetico regionale o provinciale;
- b) l'individuazione dei bacini energetici territoriali;
- c) la localizzazione e la realizzazione degli impianti di teleriscaldamento;
- d) l'individuazione delle risorse finanziarie da destinare alla realizzazione di nuovi impianti di produzione di energia;

- e) la destinazione delle risorse finanziarie, secondo un ordine di priorità relativo alla quantità percentuale e assoluta di energia risparmiata, per gli interventi, di risparmio energetico;
- f) la formulazione di obiettivi secondo priorità di intervento;
- g) le procedure per l'individuazione e la localizzazione di impianti per la produzione di energia fino a dieci MW elettrici per impianti installati al servizio dei settori industriale, agricolo, terziario, civile e residenziale, nonché per gli impianti idroelettrici.

Successivamente al Piano Energetico Nazionale del 10 Agosto 1998 e alle Leggi del '91 sono state emanate numerose normative per lo sviluppo sostenibile del settore energetico, coerentemente agli obiettivi di risparmio e promozione delle rinnovabili. In generale, la materia è principalmente regolata da un esteso corpus di norme e atti legislativi nazionali, in gran parte in recepimento degli orientamenti comunitari.

Tuttavia, da un'attenta analisi delle leggi suddette e delle successive normative emerge con chiarezza che l'attuazione delle stesse è ampiamente delegata a livello locale, attraverso la pianificazione e la gestione delle risorse energetiche da parte delle Regioni, delle Province e dei Comuni, che assumono pertanto un ruolo fondamentale nell'applicare gli indirizzi della politica nazionale e quindi europea.

Non essendo definiti, infatti, regolamenti di attuazione o indirizzi specifici, le azioni regionali e comunali possono seguire con un ampio margine di discrezionalità l'orientamento nazionale e interpretare le norme applicando strategie volte al raggiungimento degli obiettivi su scale territoriali ridotte.

A tal proposito, si cita il **Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112**, concernente "Il conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti Locali, in attuazione del capo 1 della Legge 15 marzo 1997, n. 59" che ha organizzato le funzioni di programmazione e pianificazione in campo energetico, nonché le attività amministrative in materia di impianti di produzione di energia elettrica secondo un criterio di pluralismo e sussidiarietà tra Stato, Regioni, Province ed Enti Locali. Altresì la **Legge Costituzionale 18/10/2001 n. 3** concernente "Modifiche al Titolo V Parte II della Costituzione" ha ridefinito le competenze legislative, regolamentari ed amministrative dello Stato, delle Regioni e degli Enti Locali prevedendo in particolare la "produzione, trasporto e distribuzione nazionale dell'energia" come materia di legislazione concorrente.

### **2.2.3 Il quadro normativo regionale**

A livello regionale, lo strumento d'indirizzo per la sostenibilità energetica della Regione Campania è di certo rappresentato dalle "Linee guida in materia di politica regionale e di sviluppo sostenibile nel settore energetico", approvate con il **D.G.R. 4818 del 25/10/2002**.

Le linee guida hanno definito gli obiettivi, le strategie e le politiche del territorio della Campania, puntando prioritariamente alla riduzione del deficit del bilancio elettrico, con l'introduzione di interventi sia dal lato dell'offerta che dei consumi.

La necessità esistente che vede una soluzione soprattutto nell'aumento dell'offerta di energia elettrica, ha portato la Regione Campania ad integrare successivamente le Linee Guida con il **D.G.R. 3533 del 5/12/2003** che ha approvato l' "Analisi del fabbisogno di energia elettrica in Campania: bilanci di previsione e potenziamento del parco termoelettrico regionale", definendo così le esigenze del comparto generativo termoelettrico regionale.

La Regione Campania nel luglio 2004 ha poi adottato la procedura per l'autorizzazione degli impianti che secondo il **D.Lgs. 29 dicembre 2003 n. 387**, all'art. 12 prevede un procedimento conclusivo, la "Conferenza di Servizi", per semplificare l'iter amministrativo, da sempre problematico per gli operatori, compresi quelli del settore eolico. In seguito con la **Legge n. 244/07**, le competenze autorizzative sono state delegate dalle Regioni esclusivamente alle Province, modificando il suddetto articolo. Le difficoltà esistenti nelle procedure autorizzative del comparto delle rinnovabili hanno portato poi all'approvazione nel Luglio del 2006 delle "Linee guida per lo svolgimento del procedimento unico relativo alla installazione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile".

Le competenze regionali sono state poi nuovamente estese dal **D. Lgs 311/06**, quale integrazione e modifica del precedente **D. Lgs. 19 agosto 2005, n. 192**, che prevede interventi volti all'efficienza energetica, mirati soprattutto al comparto edilizio.

La normativa nazionale chiedeva poi la predisposizione di sistemi di certificazione e di controllo che la Regione Campania ha istituito attraverso le Linee Guida per lo svolgimento del Procedimento Unico di cui al comma 3 dell'art. 6 del D.Lgs. 29 dicembre 2003 n.387. Considerata la mancanza di indirizzi specifici nazionali e il più veloce dinamismo normativo comunitario, recepito a livello nazionale ma devoluto su scala regionale, anche la Regione Campania ha emanato le Linee Guida nel 2006, che dopo qualche anno di applicazione hanno richiesto aggiornamenti, dovuti anche all'esperienza maturata nel contempo.

Pertanto, la **DGR 962 del 30/05/2008** nell'ambito dell'aggiornamento del PASER 2008-2011 ha predisposto e approvato le nuove "Linee di Indirizzo strategico del Piano Energetico Ambientale Regionale", modificando alcune parti dell'art. 12 del D. Lgs 387/03.

Il comma 8 dell'art. 20 della **Legge Regionale 20 gennaio 2008 n. 1**, legge finanziaria 2008 della Regione Campania, aveva intanto previsto l'adozione del Piano energetico ambientale regionale (PEAR), che "costituisce urgente ed inderogabile necessità di disciplina della materia energetica in Campania"; la procedura di approvazione è stata definita al comma 9 dello stesso articolo.

La Regione Campania pone così le basi per una politica energetica dagli obiettivi ben definiti, che sostengano la produzione e l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, l'installazione di impianti nelle strutture produttive, creando altresì un sistema campano di imprese ad alto contenuto tecnologico nel settore delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica.

Anche il Comune di Salerno non si è sottrae a questi impegni e contribuisce alla realizzazione degli obiettivi comuni seguendo un'ottica di integrazione, attraverso una pianificazione energetica ben articolata che traduce coerentemente al PEAR, gli obiettivi in impegni specifici, al 2013 e al 2020.

Il riferimento principale per l'elaborazione del PEC è ancora costituito dalle Leggi n°9 e n°10 del 1991, che nel dettare le norme dei Piani energetici, estendono anche i Comuni, l'obbligo di predisporre una pianificazione energetica dei propri territori. In particolare, l'articolo 5 al Comma 5 della Legge n.10 del 91 prevede che "I piani regolatori generali di cui alla **legge 17 agosto 1942, n. 1150**, e successive modificazioni e integrazioni, dei comuni con popolazione superiore a cinquantamila abitanti, devono prevedere uno specifico piano a livello comunale relativo all'uso delle fonti rinnovabili di energia".

La predisposizione del PEC di Salerno è avvenuta con l'approvazione della delibera della Giunta Municipale del Comune di Salerno n.1166 del 31.10.2008.

Il PEC si inserisce con un chiaro punto di vista nel quadro degli obiettivi definiti dalla politica energetica nazionale e regionale, considera gli strumenti peculiari indicati dalle normative comunitarie per esaminare i processi propri del Comune di Salerno, definendone una razionalizzazione concreta su scala territoriale.

## 2.3 Inquadramento del PEC nell'ambito del PEAR e del RUEC

Al fine di pianificare gli interventi volti a un uso razionale dell'energia e allo sviluppo delle fonti rinnovabili, il PEC richiede una fase preliminare di analisi e di confronto con le linee di politica energetica delineate a livello regionale tracciate dal PEAR, il Piano Energetico Ambientale Regionale della Campania. In questo modo, si favorisce l'attuazione della programmazione su scala comunale seguendo un'ottica di integrazione con gli obiettivi individuati nel territorio regionale. Il PEC potrebbe applicare concretamente i contenuti PEAR, devolvendo alla Regione il ruolo di controllo e di coordinamento delle azioni da intraprendere, raccolte che siano le approvazioni necessarie nonché i sostegni adeguati.

Inoltre, la stesura del PEC non può esimersi da un confronto iniziale anche con le previsioni energetiche riportate nel Documento di pianificazione regionale, che fornisce altresì i *database* necessari per l'applicazione della metodologia *top down*.

Vanno poi considerati gli obiettivi del RUEC, che contribuiscono anche alla creazione di canali preferenziali di intervento. In tal senso, l'integrazione delle proposte del PEC favorisce la collaborazione per l'aggiornamento delle norme di carattere energetico-ambientale da inserire nel RUEC.

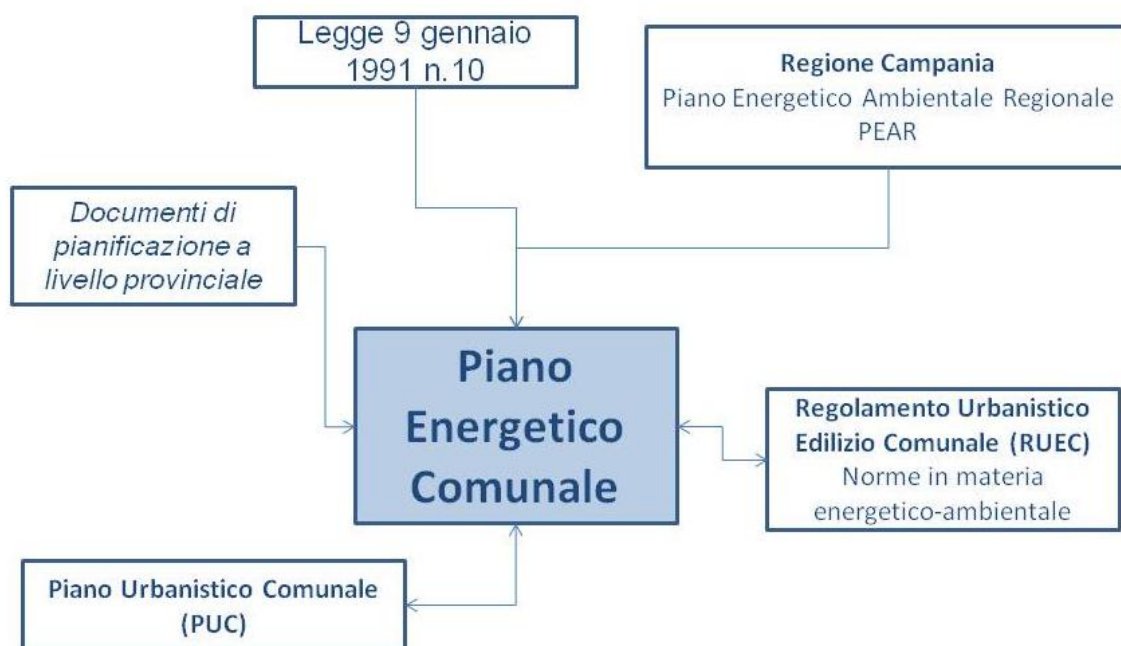


Figura 10 – Strumenti legislativi e programmatici collegati al PEC.

## 2.4 Il PEAR Campania

Il contesto sociale e economico della Regione Campania, ulteriormente penalizzato dai costi energetici più elevati rispetto alla media europea e nazionale, a fronte di un territorio in condizioni idonee per una valorizzazione delle proprie risorse di energia alternative, richiede la definizione di una strategia chiara di interventi. La riconversione del sistema Campania in un modello efficiente sia nelle modalità di produzione che di consumo, non può che avvenire attraverso la pianificazione energetica ambientale territoriale.

A tal dunque, la Regione Campania, dopo aver pubblicato nel 2001 degli studi preliminari [9], ha presentato nel corso del 2009 una proposta di Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR) *“quale strumento per la programmazione di uno sviluppo economico ecosostenibile mediante interventi atti a conseguire livelli più elevati di efficienza, competitività, flessibilità e sicurezza nell’ambito delle azioni a sostegno dell’uso razionale delle risorse, del risparmio energetico e dell’utilizzo di fonti rinnovabili non climalteranti”* [10].

Il PEAR assume quale saldo riferimento la politica energetica dell’UE - e i relativi obiettivi del pacchetto clima - e secondo il meccanismo di *burner sharing*, considera gli strumenti peculiari per l’attuazione degli interventi su scala regionale. I pilastri programmatici su cui si basa il documento sono:

- riduzione della domanda energetica, in particolare di quella pubblica, grazie all’efficienza e alla razionalizzazione;
- diversificazione e decentramento della produzione energetica, favorendo l’uso delle fonti rinnovabili e dei nuovi vettori ad esse associabili;
- creazione di uno “spazio comune” per la ricerca e il trasferimento tecnologico;
- coordinamento delle politiche del settore e dei relativi finanziamenti.

Il Documento indica una serie di obiettivi specifici e generali, come delineato in modo preliminare dalle “Linee di indirizzo strategico”, approvate con il DGR. n.968 del 30 maggio 2008, giungendo dunque al termine di un percorso di un’attività di analisi avviata nel 2008. Si colloca pertanto alla fine del percorso tracciato dalla programmazione delle Linee Guida e come punto di partenza per l’applicazione concreta attraverso un Piano d’Azione Ambientale Energetico (PAE), da definire nell’ambito dell’aggiornamento del PASER 2009.

La Regione intende dunque effettuare questo cambiamento profondo attraverso le Linee guida del PEAR che hanno definito le finalità, l’approccio metodologico e gli obiettivi, di seguito sintetizzati come previsto dalla programmazione energetica regionale:

Interventi sulla domanda <sup>18</sup>	Interventi sull'offerta
Stabilizzazione del fabbisogno regionale di energia primaria da fonte fossile <sup>19</sup>	Incremento della potenza elettrica installata da fonte rinnovabile <sup>20</sup> e della relativa produzione <sup>21</sup>
Riduzione del consumo di energia elettrica negli edifici e nell'illuminazione pubblica pari al 5%	Sviluppo del solare termico – Sostegno vettore idrogeno
Riduzione del consumo di combustibili fossili negli edifici pubblici <sup>22</sup> pari al 5%, con una definizione di programmi per la riduzione di un ulteriore 15% entro il 2020	Incremento dell'installazione di impianti di cogenerazione a gas naturale di piccola e media taglia (fino a 10MW) presso industrie, ospedali, centri sportivi, edifici del terziario
Riduzione finale dei consumi i energia elettrica (2%) e di combustibili fossili (3%) nel settore residenziale	Interventi a sostegno del miglioramento dell'efficienza del parco elettrico installato
Riduzione dei consumi finali di energia elettrica (3%) e di combustibili fossili (5%) nel settore terziario	Interventi a sostegno del miglioramento e del potenziamento delle reti di trasporto e distribuzione
Riduzione del consumo energetico e delle emissioni clima alteranti e inquinanti nel settore del trasporto pubblico, in misura pari almeno al 10%	Sostegno della filiera agro energetica

Tabella 4 – Interventi previsti dalla programmazione del PEAR

La pianificazione regionale considera come orizzonte temporale il 2020, individuando obiettivi intermedi al 2013, quale termine di attuazione assunto dall'UE per i programmi energetici nel breve e medio periodo. In particolare, gli obiettivi specifici annunciati nella proposta sono alquanto ambiziosi, rispetto all'arco temporale considerato, e prevedono:

- il raggiungimento di un livello di copertura del fabbisogno elettrico regionale, attraverso le fonti rinnovabili, pari al 25% al 2013 e al 35% al 2020;
- l'incremento dell'apporto complessivo delle fonti rinnovabili al bilancio energetico regionale dall'attuale 4% a circa il 12% nel 2013 e al 17% nel 2020;
- sostegno allo sviluppo della cogenerazione: con l'obiettivo, per quanto riguarda gli impianti a gas naturale di taglia inferiore a 100 MWe, di incrementare la potenza installata di 50 MWe entro il 2013 e di 100 MWe entro il 2020;
- miglioramento dell'efficienza energetica negli usi finali.

Per raggiungere questo obiettivo si prevede di realizzare, per quanto riguarda i consumi finali termici, interventi di risparmio energetico pari ad almeno 100 ktep/anno entro il 2013 e di altri 100 ktep/anno entro il 2020. A questi vanno aggiunti gli apporti provenienti dallo sviluppo delle fonti rinnovabili (fonte solare, geotermica e biomasse), per i quali si prevede un incremento di 100 ktep/anno entro il 2013 e di 180 ktep/anno entro il 2020. Relativamente ai consumi finali elettrici, si ipotizza un contenimento della domanda pari a circa 130 ktep/anno sia al 2013 che al 2020. Infine, per il settore dei trasporti, si sono assunti come obiettivi minimi, un risparmio energetico

<sup>18</sup> Dati da intendere riferiti rispetto ai livelli del 2007

<sup>19</sup> Calcolato includendo il fabbisogno di energia primaria corrispondente alle attuali importazioni di energia elettrica

<sup>20</sup> Obiettivo minimo: totale installato al 2013 pari ad almeno 2400 MW

<sup>21</sup> Obiettivo minimo: totale produzione da fonti rinnovabili pari ad almeno il 27% del fabbisogno elettrico lordo regionale, ovvero ad almeno 5600 GWh/anno

<sup>22</sup> In termini di tonnellata di petrolio equivalente per grado giorno e volume riscaldato, tep/GGxV)

del 2% al 2013 e del 5% al 2020, con un contributo da biocombustibili pari almeno al 2% nel 2013 e al 10% nel 2020.

- Annullamento, entro il 2013, del *deficit* elettrico regionale.

Dal Bilancio energetico 2007 della Regione Campania si evidenzia una forte dipendenza energetica da apporti esterni, infatti circa il 60% dell'energia richiesta proviene da fonti esterne alla regione. L'obiettivo minimo che si pone nel PEAR è l'azzeramento di tale *deficit* elettrico regionale, raggiungibile attraverso l'incremento della produzione di energia dalle fonti rinnovabili, la realizzazione di nuovi impianti termoelettrici convenzionali, lo sviluppo della cogenerazione e la realizzazione dei termovalorizzatori, secondo quanto stabilito dal Piano Regionale Rifiuti.

Unitamente all'incremento della offerta di elettricità, il PEAR considera gli interventi per il miglioramento dell'efficienza del parco elettrico installato, mediante politiche di sostegno e interventi di ammodernamento, nonché il potenziamento delle reti di trasporto e distribuzione, come indicato nei precedenti obiettivi generali.

Per l'attuazione di tali obiettivi risulta poi fondamentale il ruolo delle attività di ricerca e sostegno allo sviluppo di una filiera produttiva regionale, che si intendono potenziare sia nel settore dell'efficienza energetica che delle fonti rinnovabili.

L'efficienza energetica e un'adeguata politica, volta alla razionalizzazione della domanda di energia, devono essere necessariamente supportate dall'attivazione di strumenti per la semplificazione delle procedure da attuare per la realizzazione di interventi di risparmio energetico. Tale considerazione è da estendersi anche per l'installazione di impianti alimentati da fonte rinnovabile e per l'incentivazione degli stessi, coerentemente alla promozione di un mercato locale delle emissioni di gas serra. Considerando poi la realizzazione di programmi di intervento per le utenze pubbliche, data la difficoltà di attuazione di un sistema efficiente in tale settore, difficilmente controllabile e gestibile, il PEAR prevede anche diverse campagne di informazione e sensibilizzazione verso l'uso consapevole dell'energia. Infine, per la verifica degli obiettivi di attuazione del piano, fondamentale sarà l'attivazione di strumenti per il monitoraggio dei consumi energetici e delle emissioni di gas serra.

Il PEAR vuole essere, quindi, non solo il documento di programmazione del settore, ma anche il quadro di riferimento per i soggetti pubblici e privati che vogliono assumere un qualsiasi tipo di iniziativa in campo energetico nel territorio della Campania. Inoltre, si inserisce nello scenario regionale quale strumento di pianificazione "dinamico", adattandosi alle evoluzioni del contesto energetico, normativo e del mercato, in continuo mutamento. Aspettiamo che il PEAR possa fornire risposte efficaci.

#### **2.4.1 Il dato provinciale nel PEAR Campania**

Il PEAR contiene studi ed analisi a livello regionale e provinciale, ma non rende direttamente disponibile il *database* energetico ad un livello di disaggregazione comunale. Si ritiene utile comunque evidenziare i principali aspetti di possibile interesse energetico – ambientale che



riguardano la provincia di Salerno, con riferimento alla sezione del PEAR in cui sono presentati (i dati citati sono riferiti alla data di pubblicazione del Documento).

- Consumi finali elettrici per settore nel 2007 (espressi in GWh) – (tabella 2.4 pag.35)

Provincia	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestico	Totale
Salerno	92,6	1.416,8	1.086,7	1.057,2	3.653,3
<b>TOTALE</b>	263,7	5.564,4	5.512,6	5.746,6	17.087,3

- Consumi finali elettrici per settore per gli anni 2003 – 2007 espressi in GWh – (tabella 2.5 pag. 36)

	2003	2004	2005	2006	2007	%
<b>Settore</b>	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	2007
<b>Agricoltura</b>	82,5	84,8	84,7	88,9	92,6	2,5%
<b>Industria</b>	1.224,5	1.261,0	1.330,0	1.382,0	1.416,8	38,8%
<b>Terziario</b>	873,8	916,7	964,1	1.082,8	1.086,7	29,7%
<b>Usi Domestici</b>	998,8	1.036,0	1.031,6	1.047,6	1.057,2	28,9%
<b>Totale consumi</b>	3.179,7	3.298,5	3.4104,4	3.547,3	3.653,3	100,0%

Nella provincia di Salerno, il settore Industria è quello con i consumi finali elettrici maggiori ed è anche quello in cui c'è stato il più forte incremento dei consumi dal 2003 al 2007.

- Impianti di generazione di energia elettrica per provincia – Situazione al 31/12/2007 - (tabella 2.9 pag. 47)

Settore	Tipologia	Impianti	Sezioni	Potenza Efficiente Lorda	Potenza Efficiente Netta
		Numero	Numero	MW	MW
<b>Idrico</b>		17		90,4	90,3
<b>Termoelettrico</b>	Solo produzione di energia elettrica		3	2,6	2,5
<b>Termoelettrico</b>	Cogenerazione		6	22,3	20,9
<b>Eolico</b>		6		51,9	51,9
<b>Fotovoltaico</b>		41		4,5	4,5
<b>Totale</b>				171,7	170,1

La provincia di Salerno presenta il maggior numero di impianti idroelettrici (17) della Regione e il minor numero di impianti eolici (6).

- Impianti di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili – Situazione al 31/12/2007 – (tabella 2.10 pag. 48)

Settore	Impianti	Potenza Efficiente	Potenza Efficiente
		Lorda	Netta
	Numero	MW	MW
<b>Idrico da apporti naturali</b>	17	90,4	90,3
<b>Termoelettrico da biomasse</b>	2	2,6	2,5
<b>Eolico</b>	6	51,9	51,9
<b>Fotovoltaico</b>	41	4,5	4,5
<b>Totale</b>	66	149,4	149,2

Complessivamente la provincia di Salerno è quella che possiede il maggior numero di impianti di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili delle Regione. In particolare si segnala la presenza di una delle centrali fotovoltaiche più estese d'Europa (3,3 MW) a Serre.

- Produzione di energia elettrica nel 2007 – (tabella 2.12 pag. 50)

Settore	Tipo	Produzione	Servizi Ausiliari	Produzione
		Lorda		Netta
		GWh	GWh	GWh
<b>Idrico</b>		186,392	4,942	181,450
<b>Termoelettrico</b>	Solo produzione di energia elettrica	12,233	0,658	11,575
<b>Termoelettrico</b>	Cogenerazione	104,306	2,467	101,839
<b>Eolico</b>		54,867	0,000	54,867
<b>Fotovoltaico</b>		0,744	0,000	0,744
<b>Totale</b>		358,542	8,067	350,475

- Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili nel 2007 - (tabella 2.13 pag. 51)

Produzione	Idroelettrico da Apporti Naturali	Fotovoltaico	Eolico	Biomasse	Totale
	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
<b>Lorda</b>	186,4	0,7	54,9	12,2	254,2
<b>Servizi Ausiliari</b>	4,9	0	0	0,7	5,6
<b>Netta</b>	181,4	0,7	54,9	11,6	248,6

Dall'analisi dei consumi settoriali per Provincia nel 2007 emerge che la Provincia di Salerno è quella con i maggiori consumi nel settore Agricoltura, mentre si classifica al secondo posto per i consumi nei settori Industria, Terziario e Domestico. - (pag. 54)

- Previsione dei consumi al 2012 ed al 2018, espressi in GWh – (tabella 2.22 pag. 64)

Provincia	2007	2012	2018
<b>Salerno</b>	3.653	3.848	4.349

Dall'analisi delle rete elettrica della Regione emerge che l'area compresa tra le province di Napoli e Salerno è caratterizzata una carenza di punti di immissione di energia elettrica dalla rete 380 kV e da elevatissima densità di carico.

Nelle aree di Benevento e Salerno sono previsti interventi per ridurre i vincoli sulla rete a 150 kV che rischiano di condizionare la produzione degli impianti da fonte eolica (alcuni già in servizio ed alcuni di prossima realizzazione). In particolare nell'area compresa tra Benevento e Salerno è prevista la ricostruzione della direttrice di trasmissione a 150 kV "Montecorvino – Campagna – Contursi –Buccino – Tanagro – Sala Consilina – Padula", in modo da massimizzare la capacità di trasporto.

Per quanto riguarda la rete regionale del gas naturale sono in fase di realizzazione diversi potenziamenti di metanodotti della rete nelle province di Avellino, Salerno, Napoli, e Caserta, a fronte di incrementi localizzati dei consumi.

- Abitazioni in edifici suddivise per uso, occupazione, presenza di impianto di riscaldamento e superfici.

Province	Abitazioni in edifici ad uso abitativo	Abitazioni occupate da persone residenti	Abitazioni occupate da persone residenti con impianto di riscaldamento	Superficie (m <sup>2</sup> ) delle abitazioni occupate da persone residenti
<b>Salerno</b>	454.522	356.665	327.044	33.842.965

- Abitazioni occupate da persone residenti con impianto di riscaldamento, suddivise per tipologia di impianto di riscaldamento.

Province	Impianto fisso centralizzato ad uso di più abitazioni	Impianto fisso autonomo ad uso esclusivo dell'abitazione	Apparecchi singoli fissi che riscaldano tutta o la maggior parte dell'abitazione	Apparecchi singoli fissi che riscaldano solo alcune parti dell'abitazione
<b>Salerno</b>	13.968	181.337	60.113	102.369

- Abitazioni in edifici ad uso abitativo, suddivise per epoca di costruzione- - (tabella 3.3 pag. 114)

Province	Prima del 1919	Dal 1919 al 1945	Dal 1946 al 1961	Dal 1962 al 1971	Dal 1972 al 1981	Dal 1982 al 1991	Dopo il 1991	Totale
<b>Salerno</b>	68.859	37.986	60.823	90.437	85.798	76.869	33.750	454.522

- Edifici suddivisi per numero di piani fuori terra. – (tabella 3.4 pag. 114)

Province	Numero di piani fuori terra				Totale
	1	2	3	4 o più	
<b>Salerno</b>	46.992	103.042	30.712	13.242	193.988

- Edifici suddivisi per contiguità. – (tabella 3.5 pag. 115)

Province	Contiguità con altri edifici			Totale
	Su nessun lato	Su un lato	Su due o più lati	
<b>Salerno</b>	99.177	49.132	45.679	193.988

- Tipologie di involucro edilizio considerate nella provincia di Salerno. – (tabella 3.8 pag.120)

Provincia	Tipologia muratura	Tipologia copertura	Sigla struttura
Salerno	Muratura di tufo	Solaio in cls. Armato con soletta	M1
	Muratura di tufo	Solaio in legno	M3
	Muratura calcarea	Solaio in cls. Armato con soletta	M4
	Tamponatura con blocchi di tufo	Solaio in cls. Armato con soletta	1C
	Tamponatura con intercapedine	Solaio in cls. Armato con soletta	2C
	Tamponatura con termoblocchi	Solaio in cls. Armato con soletta	3C

- Stima del fabbisogno di energia termica per riscaldamento per la provincia di Salerno; questa stima è stata effettuata secondo la norma UNI/TS 11300-1 che prevede la determinazione del fabbisogno per ogni mese in cui è prevista l'accensione dell'impianto di riscaldamento. – (tabella 3.21 pag. 129)

Epoca	S/V [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	Fabbisogno di energia termica per riscaldamento Q <sub>risc</sub> [GJ]					
		M1	M3	M4	1C	2C	3C
1 Prima del 1961	0,9	53.083	83.343	33.298	10.564	5.931	0
	0,55	95.113	154.640	57.638	19.206	10.900	0
2 Dal 1962 al 1981	0,9	124.263	144.588	0	0	452.761	23.118
	0,55	246.452	296.956	0	0	921.019	46.707
	0,3	16.470	20.288	0	0	62.257	3.143
3 Dal 1982 al 1991	0,9	22.236	25.873	0	0	0	277.710
	0,55	44.101	53.138	0	0	0	561.074
	0,3	2.947	3.630	0	0	0	37.756
4 Dal 1991 al 2001	0,9	6.076	7.173	0	0	0	115.219
	0,55	11.647	14.375	0	0	0	224.950
	0,3	748	955	0	0	0	14.590

- Stima del fabbisogno di energia primaria per riscaldamento per civile abitazione per Salerno e provincia. Il fabbisogno di energia primaria si calcola a partire del fabbisogno di energia termica per il riscaldamento:  $EnP_i = Q_{risc}/\eta_g$ .  $\eta_g$  è il rendimento globale medio

stagionale, valutato secondo la UNI/TS 11300-2. Il fabbisogno di energia primaria è stato valutato ipotizzando cinque scenari diversi. (tabella 3.28 pag. 132)

<b>Energia primaria per riscaldamento per civile abitazione</b>	<b>[MTEP]</b>
Fabbisogno attuale ( $\eta_{glob,medio} = 0,6$ )	0,171
Fabbisogno adeguando le trasmittanze dell'intero involucro edilizio e l'impianto di riscaldamento (scenario1) ( $\eta_{glob,medio} = 0,84$ )	0,063
Fabbisogno adeguando le trasmittanze dei componenti opachi e trasparenti (scenario 2) ( $\eta_{glob,medio} = 0,6$ )	0,088
Fabbisogno adeguando le trasmittanze dei soli infissi (scenario 3) ( $\eta_{glob,medio} = 0,6$ )	0,149
Fabbisogno adeguando l'impianto di riscaldamento con il rendimento minimo imposto dal D.Lgs. n. 311/06(scenario 4) ( $\eta_{glob,medio} = 0,84$ )	0,122
Fabbisogno sostituendo il solo generatore di calore (caldaia) (scenario 5) ( $\eta_{glob,medio} = 0,64$ )	0,161

Attraverso il confronto tra il valore stimato dell'energia primaria attualmente utilizzata ed il valore dell'energia primaria che potrebbe aversi applicando le limitazioni imposte al 2010 dal D.Lgs. n. 331/06, si è calcolato il potenziale risparmio energetico per la provincia di Salerno: (tabella 3.29 pag. 132)

<b>Provincia</b>	<b>Min. risparmio [%]</b>	<b>Max. risparmio [%]</b>
Salerno	5,85	62,40

Nella provincia di Salerno è stata individuata un'area, che interessa 20 comuni, per una superficie totale di 198.139 ettari, in cui è possibile realizzare investimenti tecnologici relativi alla filiera del biogas. (pag. 143)

In Campania nel 2007 sono stati trasformati circa 2,2 milioni di tonnellate di pomodoro a fronte di un trasformato nazionale pari a 4,6 milioni di tonnellate. Sul territorio campano sono presenti 104 aziende di trasformazione del pomodoro che rappresentano circa il 70% delle aziende nazionali (su un totale di 177 aziende in Italia), la maggior parte localizzata tra le province di Napoli e Salerno. Più precisamente: 26 aziende in provincia di Napoli, 74 in provincia di Salerno. (pag. 145)

La provincia di Salerno è quella che presenta una maggiore superficie a bosco (48% della superficie regionale). La provincia di Salerno inoltre è quella con maggior superficie assestata (54%), per la

quale, cioè, è stato previsto un Piano di Assestamento Forestale, per la gestione dei boschi, gli interventi di taglio e rimboschimenti. (pag. 147)

Sul territorio regionale sono previsti numerosi interventi di potenziamento del parco termoelettrico convenzionale (centrali a ciclo combinato a gas naturale); in particolare per la provincia di Salerno (tabella 5.4 pag. 162)

<b>Denominazione intervento</b>	<b>Potenza elettrica lorda</b>	<b>Procedura autorizzativa e stato dell'intervento</b>
Salerno (zona ASI)	780 MW	Autorizzata ex L. 55/02 (intesa della Regione)

Altre informazioni sulla situazione della provincia di Salerno possono essere ricavate dagli "Studi preliminari per l'elaborazione del Piano Energetico della Campania"; anche in questo caso i dati si riferiscono all'anno di pubblicazione del documento (2002).

- In provincia di Salerno si trova il 35% delle aziende agro – alimentare della Regione; sul totale delle attività delle provincia (circa 75000) quelle agro – alimentari sono il 6,8%. (pag. 70)
- Le province di Napoli e Salerno figurano tra i principali poli esportatori del Mezzogiorno soprattutto nel comparto metalmeccanico e alimentare. (pag. 90)
- Il porto di Salerno ha fatto registrare significativi incrementi di attività del traffico commerciale (nello scalo salernitano operano direttamente più di 60 imprese che occupano circa 1.500 dipendenti). (pag. 110)
- La provincia di Salerno presenta il più elevato quantitativo di biomassa complessiva disponibile a fini energetici (256,4 kt/anno) ed, in particolare, di legna e sottoprodotti forestali (148,5 kt/anno), di scarti delle lavorazioni agro-industriali (36,3 kt/anno), mentre è al secondo posto dopo la provincia di Caserta per la disponibilità di sottoprodotti agrari (71,6 kt/anno) ). (pag 494 - 495)
- L'analisi della soluzione ottimale a livello provinciale mostra che nella provincia di Salerno è possibile realizzare 2 impianti di cogenerazione da 20 MWe ciascuno che raccolgano la biomassa in un raggio di 25 – 30 km; l'analisi della soluzione minimale mostra ancora che nella provincia di Salerno è possibile realizzare, in alternativa alla soluzione precedente, 6 impianti da 6 MWe ciascuno. (pag 498)
- Per quanto riguarda le coltivazioni erbacee, nella provincia di Salerno, come in quelle di Benevento e Napoli, la disponibilità di biomassa presente non è sufficiente da sola a garantire la redditività di un impianto di almeno 4 MWe di potenza, mentre risulterebbe fattibile un impianto nella provincia di Avellino. (pag.507)

- Nella provincia di Salerno solo il 7% dei consumi elettrici è coperto dalla produzione interna. Se si volesse procedere con un esercizio di riequilibrio, a meno delle perdite sulla rete, dell'energia elettrica prodotta e consumata nelle singole province sfruttando impianti termoelettrici, ne risulterebbe la necessità di installare complessivamente una potenza efficiente netta aggiuntiva pari a 2925 MW, assumendo 4000 ore/anno di funzionamento per tali impianti. In dettaglio, in provincia di Salerno occorrerebbero 656 MW (pag. 612-613).
- Per quanto riguarda gli impianti di cogenerazione, nelle province di Salerno ed Avellino erano in esercizio, al 2001, sei impianti, con potenze comprese tra 0,50 ed i 4,3 MW, per un valore complessivo di circa 12 MW. (pag. 671).

Sono infine di interesse i dati regionali e nazionali sull'intensità elettrica per settore, forniti dall'Ufficio Statistico di Terna (Tabella 5):

<b>Settore</b>	<b>Campania</b>	<b>Italia</b>
Agricoltura	0,131	0,199
Industria	0,391	0,491
Terziario	0,108	0,112
Domestico (*)	0,105	0,088
Richiesta elettrica/PIL	0,233	0,264

Tabella 5 - Intensità elettrica per settore – Anno 2007 - FONTE Ufficio Statistico TERNA - kWh/€  
a valori concatenati base anno 2000





## 2.5 Prescrizioni nell'ambito del RUEC di Salerno

Il Regolamento Urbanistico Edilizio Comunale (RUEC) di Salerno [54], approvato nel 2006, dedica agli aspetti energetici ed ambientali un capitolo (TITOLO XI - Norme in materia energetico-ambientale). E' pertanto evidente la stretta analogia intercorrente tra il RUEC ed il PEC.

Se ne riportano i punti di maggior interesse ai fini della stesura del Piano Energetico Comunale, indicando *in corsivo* le parti riprese dal Regolamento, e rimandando al documento originale per una disamina più completa [54].

Per tutti i nuovi edifici, e per gli edifici da ristrutturare (salvo verifica di compatibilità urbanistica o di eventuali limiti imposti dall'esistenza di vincoli storici, ambientali e paesistici) dovranno essere previste soluzioni finalizzate al risparmio energetico e all'uso di fonti energetiche rinnovabili, quali:

- *l'utilizzo ottimale di materiali componenti e sistemi per raggiungere adeguati livelli di isolamento termico e di inerzia termica dell'involucro dell'edificio;*
- *il controllo della radiazione solare incidente sulle superfici trasparenti, anche con l'utilizzo di schermature o frangisole;*
- *l'aumento dell'efficienza energetica degli impianti di climatizzazione e produzione di acqua calda sanitaria;*
- *la riduzione delle dispersioni dell'impianto di distribuzione dell'acqua calda sanitaria e dell'acqua o dell'aria utilizzate come fluidi termovettori per il riscaldamento ed il raffrescamento;*
- *provvedimenti per ridurre i consumi ed aumentare l'efficienza dell'impianto di riscaldamento, come l'adozione di sistemi centralizzati progettati e realizzati in modo tale da consentire la termoregolazione e la contabilizzazione del calore per ogni singola utenza;*
- *l'utilizzo di lampade ad alta efficienza energetica e di sistemi di regolazione automatica degli impianti di illuminazione interna ed esterna;*
- *l'utilizzo di sistemi di controllo, gestione e contabilizzazione degli impianti di riscaldamento, ventilazione e raffrescamento, in grado di adattare l'impianto alle diverse condizioni di carico e alle differenti esigenze di comfort degli occupanti;*
- *l'impiego di collettori solari termici e di sistemi fotovoltaici;*
- *realizzazione di impianti a pompa di calore con scambiatori di calore;*
- *impianti di teleriscaldamento e cogenerazione.*

*In particolare dovrà essere privilegiato, rispetto alla realizzazione di impianti tradizionali, l'impiego di collettori solari termici e di sistemi fotovoltaici.*

Di particolare interesse è l'obbligo della dotazione di un "Attestato di Certificazione Energetica":

*Gli edifici di nuova costruzione e quelli esistenti assoggettati agli interventi di all'art. 3, comma 2, lett. a) del D.Leg.vo 192/05 debbono essere dotati, al termine della costruzione medesima ed a cura del costruttore, di un "Attestato di Certificazione Energetica", redatto secondo i criteri e le*

metodologie di cui all'art. 4, comma 1 dello stesso Decreto. Questo comprende i dati relativi all'efficienza energetica propri dell'edificio, i valori vigenti a norma di legge e valori di riferimento che consentono ai cittadini di valutare e confrontare la prestazione energetica dell'edificio. L'Attestato è corredato da suggerimenti in merito agli interventi più significativi ed economicamente convenienti per il miglioramento della predetta prestazione.

Per quanto riguarda gli impianti solari, questi sono trattati in alcuni punti specifici:

224.08. L'installazione di impianti solari e di pompe di calore da parte di installatori qualificati, destinati unicamente alla produzione di acqua calda e di aria negli edifici esistenti e negli spazi liberi privati annessi, è considerata estensione dell'impianto idrico-sanitario già in opera.

224.09. Il Comune, in sintonia con gli indirizzi della direttiva europea 2002/91, di quelli nazionali di cui al D. Lgs. 192/05 e dello schema del nuovo D.Lgs. già approvato preliminarmente dal C.M. in data 6.10.06, nonché del Disegno di Legge regionale in materia di energia (D.G.R. n. 109/05), in rapporto alle caratteristiche fisiche e morfologiche del territorio privilegia, quale fonte di energia rinnovabile, quella "**solare fotovoltaica**".

224.10. Conseguentemente, fatti salvi i provvedimenti nazionali e regionali in via di emanazione – con particolare riguardo al Piano Energetico Ambientale Regionale (P.E.A.R.) – nella progettazione di nuovi edifici, ovvero nella ristrutturazione di quelli esistenti:

- è consentito realizzare coperture che impieghino pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica, **per potenze non inferiori a 3 kW** per autoconsumo o immissione in rete. Al di sotto del solaio di copertura possono essere allocate eventuali attrezzature e/o macchinari necessari al funzionamento di detti impianti, in apposito ambiente avente le caratteristiche di locale tecnico, delle dimensioni minime necessarie;
- è consentito realizzare coperture che impieghino pannelli solari per la produzione di acqua calda, **per potenze non inferiori a 3 kW** per autoconsumo o immissione nella rete condominiale. Al di sotto del solaio di copertura possono essere allocate eventuali attrezzature e/o macchinari necessari al funzionamento di detti impianti, in apposito ambiente, avente le caratteristiche di locale tecnico, delle dimensioni minime necessarie;
- nelle aree destinate a parcheggio, qualora sia assentibile la realizzazione di coperture degli stalli, queste potranno ospitare pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica, o solari per la produzione di acqua calda.

Un altro aspetto di notevole interesse è la decisione del Comune di introdurre incentivi in favore di chi utilizzerà fonti di energia rinnovabile:

224.11. Le descritte disposizioni si intendono applicabili laddove non contrastino con particolari norme urbanistiche o con eventuali limiti imposti dall'esistenza di vincoli storici, ambientali e paesistici, fermo restando che il Comune stabilirà con apposita regolamentazione **incentivi anche di natura fiscale** in favore di coloro che utilizzeranno le surrichiamate fonti rinnovabili di energia.

Di notevole importanza è poi la possibilità di scomputare dai calcoli volumetrici gli elementi costruttivi finalizzati alla coibentazione termica, acustica e di inerzia termica:

*224.12. Al fine di agevolare l'attuazione delle norme sul risparmio energetico e per migliorare la qualità degli edifici, le strutture perimetrali portanti e non, nonché i tamponamenti orizzontali ed i solai intermedi che comportino spessori complessivi sia per gli elementi strutturali che sovrastrutturali superiori a 30 cm, non sono considerati nei computi per la determinazione dei volumi e nei rapporti di copertura, per la sola parte eccedente i centimetri 30 e fino ad un massimo di ulteriori centimetri 25 per gli elementi verticali e di copertura e di centimetri 15 per quelli orizzontali intermedi, in quanto il maggiore spessore contribuisce al miglioramento dei livelli di coibentazione termica, acustica e di inerzia termica, sempre che tale spessore scaturisca dall'applicazione di materiale coibente e isolante. Tali criteri valgono anche per le altezze massime, per le distanze dai confini, fra gli edifici e dalle strade, ferme restanti le prescrizioni minime dettate dalla legislazione nazionale. Ugualmente, non saranno computati nel calcolo dei volumi e nei rapporti di copertura le "serre solari" come definite al punto seguente del presente Regolamento.*

Viene infine dedicata attenzione alle "serre solari", con le seguenti disposizioni:

*224.13. Si definiscono "serre solari" gli spazi ottenuti mediante la chiusura di logge o terrazze con vetrata trasparente, quando detti spazi chiusi siano realizzati unicamente per conseguire il risparmio energetico e siano conformi alle seguenti caratteristiche:*

- *la serra solare costituisce un locale tecnico funzionale al contenimento energetico globale dell'edificio (o unità immobiliare) che la contiene, e in quanto tale non riveste caratteristiche di abitabilità atte a consentire la presenza continuativa di persone. Pertanto, la finalità del risparmio energetico deve essere attestata nella relazione tecnica che deve indicare il guadagno energetico conseguente alla sua realizzazione;*
- *la serra solare deve essere apribile ed ombreggiabile (cioè dotata di opportune schermature mobili o amovibili) per evitare il surriscaldamento estivo;*
- *la superficie lorda della serra solare, in ogni caso, non potrà eccedere il 10% della Superficie lorda di solaio dell'edificio o dell'unità immobiliare a servizio della quale viene realizzata;*
- *la realizzazione di serre solari - in quanto volumi tecnici - è ammissibile in ogni parte del territorio comunale purché le stesse risultino conformi alle prescrizioni del presente Regolamento e non in contrasto con le norme di P.U.C. ovvero con eventuali vincoli storici, ambientali e paesistici.*

Anche il paragrafo dedicato alla "Bioarchitettura e ingegneria naturalistica" richiede che la progettazione sia improntata ai seguenti criteri:

- *utilizzo di tecniche integrative – attive e passive - per la produzione di calore e/o energia basate su fonti di energia rinnovabili (pannelli solari, pannelli fotovoltaici, serre solari), per ridurre il fabbisogno di utilizzo di tecniche tradizionali;*

- *utilizzo di macchine per la produzione del calore e la climatizzazione di base, che comportino le minori emissioni inquinanti in atmosfera, nonché la loro adeguata collocazione nell'ambito dell'organismo edilizio;*
- *realizzazione di spazi verdi, adeguatamente interrelati funzionalmente con gli edifici ed attrezzati con strutture realizzate utilizzando materiali il più possibile naturali, concepiti non solo come elemento di arredo urbano, ma soprattutto come luoghi di riappropriazione del rapporto con l'ambiente.*

### **2.5.1 Proposte di integrazione**

In una logica di integrazione il PEC ed il RUEC e di collaborazione con gli Assessorati preposti, il gruppo di lavoro ha partecipato ad uno studio finalizzato a proporre ed aggiornare le norme di carattere energetico-ambientale da inserire nel RUEC. In particolare, questo lavoro è stato messo a punto sulla scorta del modello di RUEC elaborato nell'ambito degli studi condotti dall'architetto Alessandro Siniscalco per il dottorato di ricerca in Ingegneria Civile per l'Ambiente ed il Territorio presso l'Università degli Studi di Salerno, sotto il coordinamento del prof. Roberto Gerundo.

Il lavoro si sviluppa, essenzialmente, secondo due Macroaree, "Regolamentazione degli interventi sugli spazi urbani aperti" e "Regolamentazione degli interventi sugli edifici", che al loro interno contengono le principali Indicazioni (articoli, obiettivi), obbligatorie e raccomandate, in tema di bioedilizia e di efficienza energetica, messe a punto in ossequio alla normativa vigente (con particolare riguardo alla Lr Campania 16/04 e alle delibere Dgr 659/07 e Dgr 834/07), in funzione degli studi effettuati ed in base ai migliori esempi applicativi riscontrati durante lo studio. Alla prima Macroarea possono essere ricondotti tutti quei tematismi inerenti la struttura urbana, le strade, il verde pubblico e pertinenziale, l'edificazione di lotti, ecc. mentre alla seconda Macroarea, afferiscono quelli che riguardano la nuova edificazione e le ristrutturazioni, la qualità ambientale ed il comfort, i requisiti funzionali, ecc.

Per rendere il documento presentato più agevolmente fruibile da parte dell'Amministrazione, è stata mantenuta la suddivisione e la numerazione dell'articolato del RUEC preesistente e, per inserire le nuove Indicazioni, si operato attraverso la suddivisione in articoli, commi (xxx.xx) e sottocommi (xxx.xx.xx). All'interno di ciascuna Indicazione, per identificarne la natura giuridica, "cogente" o "facoltativa", è riportata la dicitura "è obbligatorio ..." ovvero, nel secondo caso, "è opportuno ...", seguiti dalla specificazione del requisito. In coda alla proposta d'integrazione del regolamento, sono riportate le schede di valutazione che possono essere impiegate dai tecnici in fase progettuale e di chiusura dei lavori, consegnate unitamente alla richiesta del permesso di costruire o DIA e preventivamente alla richiesta di agibilità, al fine di poter usufruire degli incentivi comunali.

### 3 Bilancio energetico comunale

---

Lo schema metodologico adottato per l'elaborazione del PEC del Comune di Salerno prevede, come prima analisi, un bilancio energetico del territorio, a cui è associato un bilancio delle emissioni climalteranti di CO<sub>2</sub>.

Alla formulazione del bilancio di energia, uno dei principali obiettivi del PEC, è da conferire un ruolo preliminare di analisi riepilogativa, nella quale convergono tutti gli elementi essenziali per la descrizione del quadro conoscitivo di base del sistema energetico del territorio analizzato. Il bilancio risulta il principale supporto alla procedura di pianificazione, configurandosi quale elemento propedeutico per la valutazione del livello di efficienza energetica e per l'individuazione degli interventi da intraprendere, nell'ottica di una programmazione tesa alla razionalizzazione dei consumi energetici ed al contenimento delle emissioni. In funzione, poi, dei risultati del bilancio è possibile prevedere le tendenze di sviluppi a breve e medio termine attraverso le elaborazioni di scenari futuri, sia in assenza di interventi che con riferimento a un quadro di azioni ben delineate.

Alla luce di questi obiettivi, le analisi del bilancio vanno inquadrare in un'ottica dinamica, che contempla valutazioni sulle modalità di scambio energetico, sulle implicazioni territoriali ed infrasettoriali anche su scala più ampia, sulle interrelazioni con il sistema socio-economico e sulle evoluzioni storiche della domanda di energia, attraverso il confronto su periodi diversi.

In sintesi, il bilancio energetico è lo strumento che consente di caratterizzare il territorio in ragione della distribuzione dei flussi energetici, in considerazione degli elementi e delle esigenze proprie del territorio.

Il fabbisogno di energia che si origina da un territorio, infatti, è strettamente correlato alla sua attività economica, sociale, produttiva e ambientale ed è altresì funzione delle infrastrutture in esso presenti. Pertanto, risulta fondamentale la conoscenza dei dati demografici e socio-economici, date le strette relazioni, per un determinato periodo e per un territorio geograficamente definito, tra il sistema energetico e gli aspetti considerati. Al fine di inserire i dati relativi al consumo energetico in un quadro di riferimento generale (a livello comunale), si riportano le tavole di dati disponibili relativamente al Comune di Salerno, come risultato nell'ambito del "14° Censimento generale della popolazione e della abitazioni", prodotti dall'ISTAT [84]. Prima di illustrare l'analisi effettuata sul sistema energetico del Comune di Salerno, si ritiene dunque opportuno evidenziare alcuni dati ISTAT relativi alla città.

In particolare, si indicano in grassetto quelle che contengono dati di rilievo ai fini del PEC, i cui dati sono stati acquisiti:

- 1. Abitazioni in edifici ad uso abitativo**
- 2. Abitazioni occupate da persone residenti**
- 3. Altri tipi di alloggio occupati da persone residenti**
4. Anziani per un bambino
5. Convivenze con almeno una persona residente
- 6. Densità abitativa (ab/kmq)**

- 7. Edifici**
- 8. Edifici ad uso abitativo**
9. Famiglie
10. Famiglie in abitazione
11. Famiglie in altri tipi di alloggio
12. Indice di dipendenza
13. Indice di non conseguimento della scuola dell'obbligo (15-52 anni)
14. Indice di possesso del Diploma scuola media superiore (19 anni e più)
15. Indice di possesso del Diploma scuola media superiore (19-34 anni)
16. Indice di possesso del Diploma scuola media superiore (35-44 anni)
17. Indice di vecchiaia
- 18. Metri quadrati per occupante in abitazioni occupate da persone residenti**
19. Nuclei familiari
- 20. Numero di abitazioni**
- 21. Numero di località abitate**
- 22. Numero di occupanti per stanza in abitazioni occupate da persone residenti**
- 23. Numero di stanze per abitazione**
24. Numero medio di componenti per famiglia
25. Occupati
- 26. Percentuale di abitazioni occupate da persone residenti in affitto tra le abitazioni occupate da persone residenti**
- 27. Percentuale di abitazioni occupate da persone residenti in proprietà tra le abitazioni occupate da persone residenti**
28. Percentuale di coppie con figli
29. Percentuale di coppie non coniugate
30. Percentuale di donne tra la popolazione di 75 anni e più
31. Percentuale di donne tra la popolazione di 85 anni e più
32. Percentuale di nuclei familiari ricostituiti
33. Percentuale di popolazione residente con meno di 5 anni
34. Percentuale di popolazione residente di 75 anni e più
35. Percentuale di popolazione residente di 85 anni e più
- 36. Popolazione presente**
- 37. Popolazione residente**
- 38. Popolazione residente che si sposta giornalmente**
39. Popolazione residente di 15 anni e più
40. Popolazione residente di 6 anni e più
41. Popolazione residente in convivenza
42. Popolazione residente in famiglia
43. Popolazione residente in famiglia in abitazione
44. Popolazione residente in famiglia in altro tipo di alloggio
45. Popolazione straniera residente
46. Rapporto di mascolinità
47. Stanze
48. Stanze delle abitazioni in edifici ad uso abitativo
49. Stanze in abitazioni occupate da persone residenti
50. Stranieri per 100 residenti
- 51. Superficie (mq) delle abitazioni occupate da persone residenti**
- 52. Superficie media delle abitazioni (mq)**
- 53. Superficie territoriale (Kmq)**
54. Tasso di attività
55. Tasso di disoccupazione
56. Tasso di disoccupazione giovanile
57. Tasso di occupazione

I dati di tipo territoriale, demografico, abitativo e socio-economico ritenuti più significativi nell'ambito della stesura del PEC si riportano nella Tabella 6 di riepilogo, relativi al Comune di Salerno, confrontati con gli analoghi a livello provinciale.

	Salerno	Provincia	%
Superficie territoriale (Kmq)	58,96	4.917,47	1,20
Popolazione presente	139.233	1.062.643	13,10
Popolazione residente	138.188	1.073.643	12,87
Popolazione residente che si sposta giornalmente	62.003	461.801	13,43
Densità abitativa (ab/kmq)	2.344	218	1075,23
Edifici	7.431	219.753	3,38
Edifici ad uso abitativo	6.191	193.988	3,19
Abitazioni	52.968	455.592	11,63
Superficie media delle abitazioni (mq)	93,85	91,59	102,47
Superficie (mq) delle abitazioni occupate da persone residenti	4.418.835	33.842.965	13,06
Percentuale abitazioni occupate da persone residenti in proprietà	68,07	69,16	98,42
Percentuale abitazioni occupate da persone residenti in affitto	25,00	18,99	131,65
Abitazioni in edifici ad uso abitativo	52.899	454.522	11,64
Abitazioni occupate da persone residenti	46.676	356.665	13,09
Altri tipi di alloggio occupati da persone residenti	40,00	1.228	3,26
Numero medio di componenti per famiglia	2,94	2,98	98,66
Numero di stanze per abitazione	4,41	4,09	107,82
Numero di occupanti per stanza in abitazione occupata da persone residenti	0,66	0,71	92,96
mq. per occupante in abitazioni occupate da persone residenti	32,15	31,73	101,32

Tabella 6 – Riepilogo di dati ISTAT relativi al Comune ed alla Provincia di Salerno

In merito alla collocazione in ambito nazionale del territorio salernitano, è utile citare i risultati relativi a Salerno in recenti statistiche relative alla qualità della vita ed alla dotazione infrastrutturale.

<b>Graduatorie di qualità della vita</b>	<b>Posizione (1-103)</b>
Legambiente	83
Italia Oggi	91
Il sole 24 ore	90
<b>Indicatori infrastrutturali</b>	
Generale	55
Economiche	50
Sociali	61

Tabella 7 – Piazzamenti della provincia di Salerno (fonte: [www.unioncamere.it/atlante](http://www.unioncamere.it/atlante))

Riguardo, infine, ad un contesto energetico-ambientale regionale e provinciale caratterizzato generalmente da numerose criticità, va citato l'ottimo risultato ottenuto dal Comune di Salerno in termini di raccolta differenziata dei rifiuti, settore nel quale ha raggiunto in pochi anni un tasso di raccolta dell'ordine del 70%.



### 3.1 La Metodologia

A livello metodologico, la formulazione del bilancio energetico del Comune di Salerno è stata effettuata attraverso la valutazione di dati acquisiti in modo disaggregato, in taluni casi supportata da analisi di tipo *bottom-up*, come quelle effettuate per lo studio del sistema dei trasporti e del patrimonio edilizio.

L’acquisizione di dati e informazioni si basa su una disaggregazione a livello comunale, relativa ai consumi di energia, dispacciata all’utenza sia da reti urbane (energia elettrica e gas naturale) che fornita attraverso distributori o depositi (prodotti petroliferi e altri combustibili). Le informazioni relative alla prima categoria di consumo sono periodicamente ottenibili dai tabulati delle concessionarie del pubblico servizio o delle aziende municipalizzate o speciali che forniscono il servizio; i secondi dall’Ufficio Tecnico di Finanza (UTF), dai distributori e dai depositi urbani e provinciali delle società petrolifere e dai grossisti. Nel caso specifico, le analisi sono state effettuate come censimento dei dati essenzialmente resi disponibili da enti fornitori di energia e dall’UTF.

I *database* analizzati durante la fase necessaria alla preparazione del bilancio energetico comunale sono risultati piuttosto disomogenei per tipologia di fonte, per metodologia di elaborazione, per completezza delle informazioni raccolte, per periodo di raccolta, per livello di disaggregazione e per criterio di classificazione. Pertanto, una delle difficoltà ha riguardato il grado di disomogeneità riscontrabile nei dati, che ha reso le fasi della loro organizzazione e implementazione estremamente complesse e laboriose, richiedendo una analisi attenta ed una metodologia scrupolosa.

Un riepilogo sintetico delle tipologie di dati utilizzati, delle fonti e del periodo di raccolta è riportato in Tabella 8.

Nei paragrafi successivi vengono presentati ed analizzati i dati relativi ai consumi di energia elettrica, di metano e dei prodotti petroliferi (gasolio, benzina, GPL).

Dati	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Consumi elettrici per 5 settori e numerose categorie (ENEL)		●	●	●	●	●	●	●
Consumi di metano per 6 categorie di utenza (Salerno Energia)	●	●	●	●	●	●	●	●
Consumi di gasolio per autotrazione, benzina e GPL (UTF Salerno)					●	●	●	●
Consumi di metano per autotrazione e distribuzione con carro bombolaio per serre (SNAM)							●	●
Consumi di metano per autotrazione (Salerno Energia)							●	●

Tabella 8 – Tipologie e fonti dei dati di consumi energetici disponibili per il territorio comunale

Per gestire opportunamente le informazioni, i consumi di energia richiesti dal Comune di Salerno sono stati opportunamente ripartiti:

- per **vettori**: energia elettrica, combustibili per autotrazione, gas naturale, gasolio e GPL;
- per **settori**: civile (terziario, domestico, Pubblica Amministrazione), trasporti, industria e agricoltura.

Al fine di minimizzare le incertezze derivanti dalla ripartizione dei consumi energetici tra i diversi settori di attività, la disaggregazione dei dati per settore è stata effettuata secondo le seguenti modalità:

- i consumi elettrici sono stati suddivisi conservando la ripartizione adottata dall'ENEL per settore: Agricoltura, Consumi, Domestico (ritenuto equivalente a Residenziale), Industria, Terziario;
- i "Consumi propri ENEL", peraltro molto limitati, sono stati invece attribuiti al settore "Altro";
- alcune voci attribuite dall'ENEL al settore Terziario ma attinenti i trasporti (Altri trasporti terrestri, Attività ausiliarie dei trasporti, F.S. altri usi, F.S. trazione, Trasporti aerei, Trasporti marittimi e per vie d'acqua, Vendita al dettaglio di carburanti e lubrificanti per autotrazione) sono state attribuite al settore Trasporti;
- i consumi relative al metano ed ai prodotti petroliferi sono state ripartite per settori secondo lo schema presentato in Tabella 9.

	Agricoltura	Industria	Trasporti	Terziario	Residenziale
Metano - Cucina ed acqua calda					1
Metano - Cucina, acqua calda e riscaldamento					1
Metano - Ristorazione e Panifici				1	
Metano - Riscaldamento e acqua calda commerciale/industriale/enti pubblici/caserme		0,5		0,5	
Metano - Riscaldamento e acqua calda enti scolastici				1	
Metano - Riscaldamento e acqua calda commerciale/industriale/industriale promiscuo		0,5		0,5	
Consumo gasolio escluso autotrazione	0,25	0,25		0,25	0,25
Gasolio autotrazione			1		
GPL autotrazione			1		
Benzina autotrazione			1		

Tabella 9 – Matrice di ripartizione per settori

Mentre in molti casi è stato possibile individuare con precisione il settore di afferenza, in altri casi (caratterizzati peraltro da consumi energetici più limitati) non è stato possibile effettuare una assegnazione univoca. In mancanza di un criterio più specifico, i relativi consumi sono stati quindi equiripartiti tra i possibili settori interessati. La eventuale disponibilità di ulteriori dati derivanti da indagini campionarie potranno in futuro consentire una ripartizione più precisa.

Inoltre, il bilancio viene impostato con particolare riferimento alle utenze civili e ai trasporti, sia pubblici che privati. Considerate, infatti, le dimensioni territoriali, i consumi energetici del Comune possono essere ricondotti essenzialmente a tre tipologie di utenti settoriali (trasporti, edifici comunali, residenziale), di cui si riporterà singolarmente l'analisi dei consumi energetici, mentre in relazione ai vettori energetici (sia primari che secondari) vengono approfonditi i dati relativi ai consumi di energia elettrica, al metano e ai prodotti petroliferi (gasolio, benzina, GPL).

Nel presente caso, l'analisi sia per vettori sia per settori, ove la disponibilità dei dati l'ha reso possibile, si riporta relativamente agli ultimi sei anni (2002 - 2008), considerato quale periodo temporale valido per rappresentare un intervallo sufficientemente ampio in relazione all'evoluzione socio - economica del territorio.

I risultati del bilancio energetico indicheranno i criteri per individuare le linee di intervento, che avranno come priorità la razionalizzazione della domanda, oltre alla ristrutturazione dell'offerta o della produzione di energia, in primis da fonti rinnovabili.

Come supporto conclusivo si riporta anche un bilancio delle emissioni atmosferiche di CO<sub>2</sub>, che consentirà altresì la comprensione della fattibilità e della convenienza economico-ambientale dell'introduzione e/o potenziamento delle fonti di energia rinnovabile e/o assimilabili.

Infine, si è ritenuto opportuno considerare lo strumento grafico quale valido sussidio per una comprensione più immediata dell'esposizione dei risultati, permettendo di tracciare le evoluzioni del quadro energetico e di associare la dinamica dei flussi energetici presenti nel territorio.

Vale la pena precisare che la scelta delle fonti energetiche, che ciascun territorio utilizza per soddisfare il proprio fabbisogno, rimane una questione particolarmente delicata da analizzare, sul piano sia strategico che sociale. Pertanto, anche nell'individuare i settori di consumo che necessitano di interventi all'insegna dell'efficienza energetica, si riscontrano le difficoltà nell'approcciare una tale analisi, legate alle conseguenze economiche e ambientali di cui tale scelta è responsabile. Questo perché la peculiare "storia energetica" è una risultante oltre che delle risorse energetiche disponibili, anche delle proprie condizioni politiche, economiche, di mercato e dei progetti, che evidenziano in particolare gli specifici bisogni di cui necessita. Pertanto, lo scopo di questa prima analisi è limitarsi ad evidenziare le differenze negli usi energetici a livello settoriale, preliminare alle successive valutazioni e scelte di interventi volti al risparmio energetico.



## 3.2 Bilancio complessivo del territorio comunale

L'elaborazione del Bilancio energetico consente di fornire un quadro di sintesi da cui sia possibile evidenziare la quantità e il tipo di energia prodotta, importata, esportata, eventualmente trasformata e infine consumata.

I consumi finali che si registrano sia nelle trasformazioni in elettricità e calore che negli usi finali<sup>23</sup>, consentono la stima del *fabbisogno energetico*, riconducibile al medesimo ambito territoriale.

Considerata la dimensione comunale, si ritiene trascurabile il termine relativo alla "produzione" e all' "esportazione", mentre i "consumi" si approssimano coincidenti con le "importazioni". Pertanto, il dato indicato nel bilancio per ciascuna tipologia di vettore energetico (sia primario che secondario) si riferisce alla disponibilità per il consumo interno, da valutare attraverso un'approfondita analisi della domanda di energia, che consenta di:

- quantificare il fabbisogno di energia,
- distribuire i consumi dei vettori energetici tra i diversi settori,
- disaggregare a livello territoriale i flussi di energia,
- ricostruire l'evoluzione storica della domanda energetica,
- distinguere in funzione della qualità e degli usi dell'energia,
- tracciare l'evoluzione temporale dello sviluppo (o meno) della domanda,
- determinare indici di efficienza energetica,
- individuare i settori di utilizzo finale da analizzare in modo più intenso.

Alla luce degli obiettivi sopra indicati, i risultati derivanti dall'applicazione della metodologia in precedenza delineata, hanno permesso di quantificare il consumo energetico complessivo del Comune di Salerno, per l'anno di riferimento 2008, stimato in circa **1823 GWh annui**, pari a circa **157 mila tonnellate di petrolio equivalente (TEP)**.

Il dato aggregato sopra indicato consente, dalla stima complessiva della domanda di energia, la ripartizione tra i diversi settori di destinazione finale e vettore energetico utilizzato. In particolare, i consumi energetici e le emissioni di CO<sub>2</sub>, sono stati aggregati in funzione dei macro settori individuati (Residenziale, Industria, Agricoltura, Terziario, Trasporti, Altro) ed in funzione del vettore energetico (Energia Elettrica, Metano, Gasolio, GPL, Benzina).

---

<sup>23</sup> Per essere accessibile agli usi finali, l'aliquota relativa al fabbisogno di energia indicata nei bilanci per ciascuna fonte primaria, deve essere trasformata nelle fonti finali impiegate nei processi di consumo e trasportata sul luogo di utilizzo finale. Pertanto, nei bilanci abbreviati per passare dall'energia primaria all'energia finale bisogna considerare il consumo raggruppato in due aliquote:

1 la trasformazione in energia elettrica e in calore, ed i relativi consumi e le perdite del settore energetico, che include la raffinazione e la cokefazione nonché l'energia spesa per il trasporto e la distribuzione delle fonti finali, fino ad arrivare ai consumi settoriali,

2 la disponibilità effettiva di energia per gli usi finali.

Pertanto, si dovrebbe riportare per ciascuna fonte energetica, l'analisi comparata dei dati relativi al consumo interno lordo totale, disaggregato secondo le aliquote di consumo appena descritte.

Le peculiari caratteristiche della domanda del Comune di Salerno hanno originato, nel periodo di riferimento considerato, il fabbisogno interno riportato nella Tabella 10, che illustra i consumi finali di energia per tipologia di fonte energetica utilizzata:

		Consumi energetici (TEP)	Consumi energetici (%)
1	<b>Metano</b>	34.381	21,92
2	<b>Gasolio</b>	37.084	23,65
3	<b>GPL</b>	2.746	1,75
4	<b>Benzina</b>	22.631	14,43
5	<b>Energia Elettrica</b>	59.990	38,25
	<b>Totale</b>	<b>156.833</b>	<b>100,00</b>

Tabella 10 - Bilancio energetico per vettore energetico

L'analisi del bilancio per vettore energetico mostra come circa il 38% dell'energia venga veicolata sotto forma di energia elettrica. Gli altri contributi sono dati nell'ordine dal gasolio (23.6%), dal metano (21.9%) e dalla benzina (14.4%), mentre il contributo del GPL è relativamente trascurabile (Figura 11).

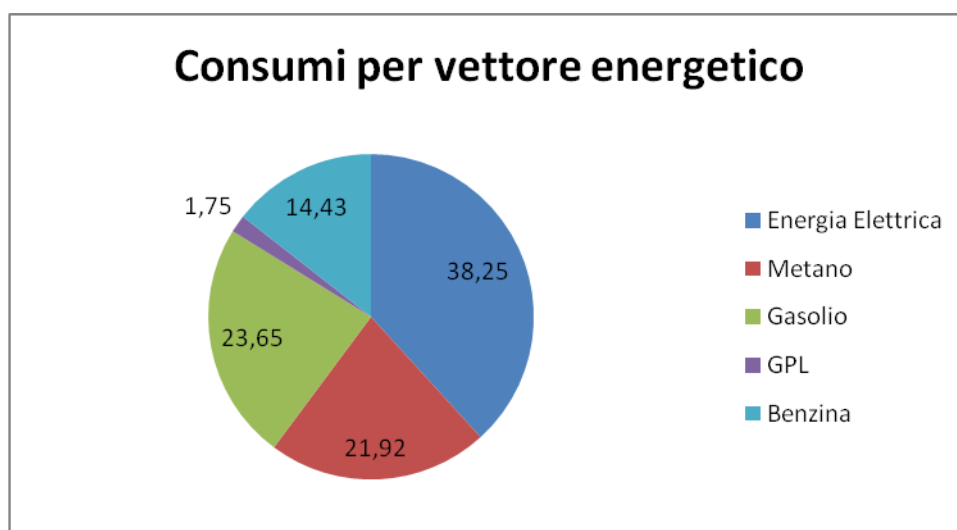


Figura 11 - Ripartizione dei consumi di energia per vettore energetico (%)

In effetti, per quanto riguarda i consumi legati alle trasformazioni in energia elettrica, nel bilancio di sintesi sarebbe più opportuno riportare oltre al dato degli effettivi consumi finali, anche quello relativo al quantitativo di energia primaria impiegato per la produzione dell'elettricità consumata, ossia il vettore primario da sommare agli altri individuati attraverso classi omogenee.

In realtà, considerati gli scarsi contributi della produzione elettrica all'interno del territorio comunale, si ritiene che essa venga trasportata e pertanto considerata nella voce "importazione". Essendo inoltre difficile stabilire da quali centrali, oltre ai combustibili e ai rendimenti delle macchine e delle apparecchiature, arrivi effettivamente l'energia consumata, si ritiene utile inglobare nel fabbisogno la voce energia elettrica trasformando negli equivalenti TEP il contributo

di questa aliquota al consumo totale. Nel paragrafo successivo si riportano i consumi settoriali derivanti dal fabbisogno di energia elettrica.

In relazione alla ripartizione per settore di utilizzo finale, si riportano (Tabella 11) i consumi secondo la suddivisione delineata nella metodologia:

		Consumi energetici (kWh)	Consumi energetici (TEP)	Consumi energetici (%)
1	Trasporti	746.257.714	64.178	40,92
2	Agricoltura	11.109.760	955	0,61
3	Industria	352.440.771	30.310	19,33
4	Terziario	306.679.384	26.374	16,82
5	Residenziale	400.947.431	34.481	21,99
6	Altro	6.224.521	535	0,34
	Totale	<b>1.823.659.582</b>	<b>156.833</b>	<b>100,00</b>

Tabella 11 – Bilancio energetico per settore di attività

La ripartizione per settore mostra come una parte consistente, circa il 41%, sia assorbita dai trasporti, seguito dal settore residenziale, dall'industria e dal terziario, mentre il contributo dell'agricoltura risulta trascurabile.

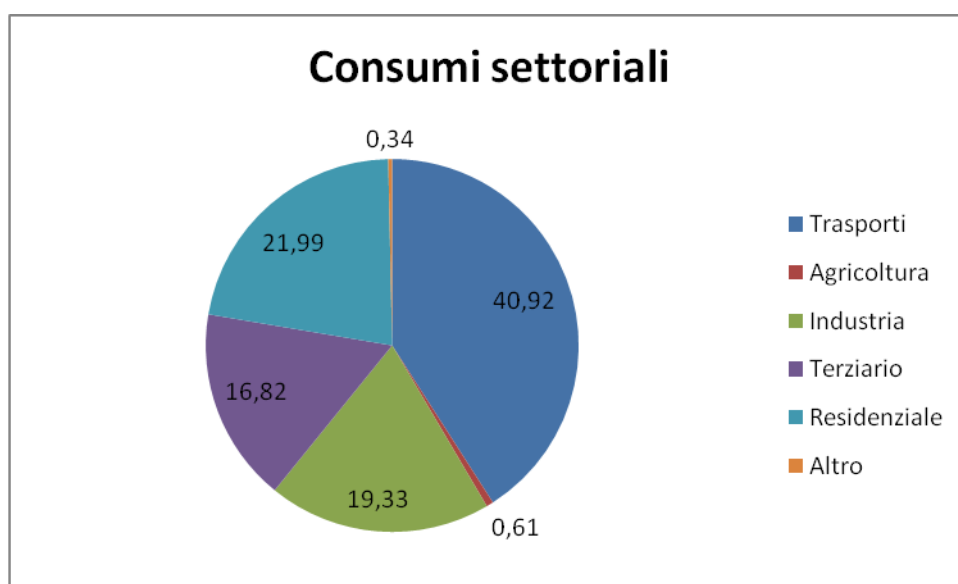


Figura 12 – Ripartizione dei consumi di energia per settore di attività (%)

Le aliquote disaggregate sia per settore sia per vettore energetico separatamente analizzate, hanno consentito l'analisi del fabbisogno energetico complessivo, il cui dato totale deriva proprio dall'unione dei singoli contributi considerati.

Pertanto, si ritiene utile riepilogare i dati del bilancio complessivo con riferimento ancora al consumo settoriale, ma con la ripartizione per vettore energetico sia primario che secondario utilizzato.

In tal modo è possibile rilevare, attraverso un'analisi congiunta della domanda, i settori in maggior misura responsabili della richiesta di energia e che necessitano dunque di una più importante attenzione nell'ambito della programmazione degli interventi finalizzati alla razionalizzazione dei consumi.

I risultati dell'analisi si riportano in un unico grafico (Figura 13), dove per ciascun settore si evidenziano i contributi delle fonti energetiche sia primarie che secondarie, eliminando sempre le duplicazioni delle attività di trasformazioni (ossia nei dati relativi all'energia elettrica si includono i consumi energetici delle fonti primarie).

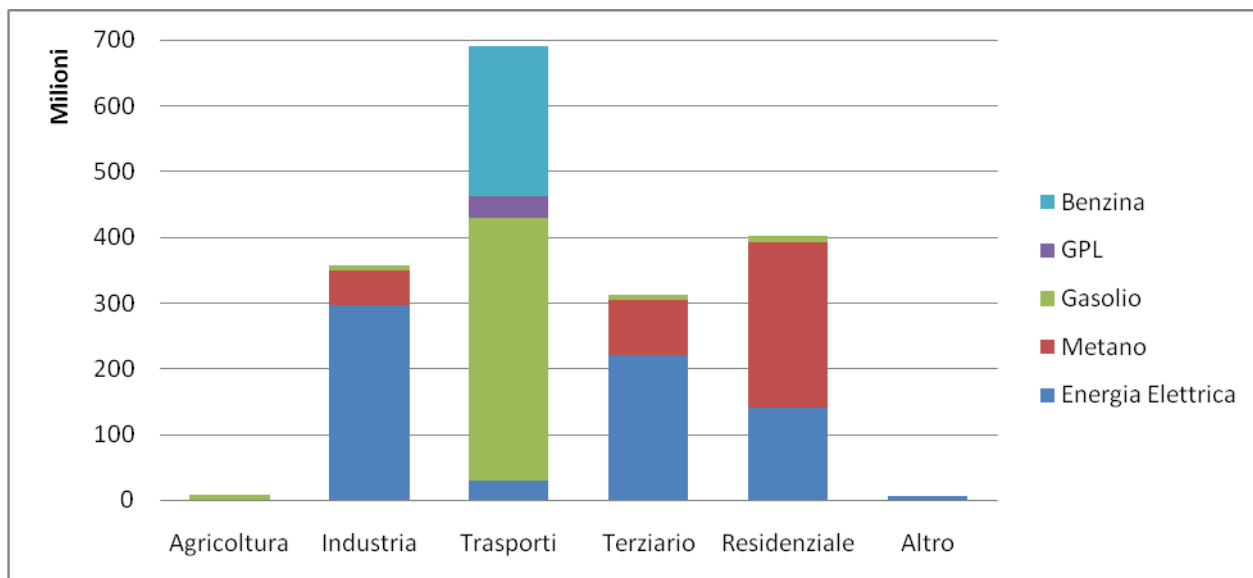


Figura 13 – Ripartizione dei consumi settoriali per vettore energetico (kWh/anno)

	Agricoltura	Industria	Trasporti	Terziario	Residenziale	Altro	Totale
En.Elettrica	706.094	297.367.822	30.721.529	221.676.297	140.873.069	6.224.521	<b>697.569.332</b>
Metano	2.492.694	47.161.977	20.871.113	77.092.116	252.163.390	0	<b>399.781.291</b>
Gasolio	7.910.972	7.910.972	399.571.349	7.910.972	7.910.972	0	<b>431.215.236</b>
GPL	0	0	31.935.781	0	0	0	<b>31.935.781</b>
Benzina	0	0	263.157.942	0	0	0	<b>263.157.942</b>
<b>Totale</b>	<b>11.109.760</b>	<b>352.440.771</b>	<b>746.257.714</b>	<b>306.679.384</b>	<b>400.947.431</b>	<b>6.224.521</b>	<b>1.823.659.582</b>

Tabella 12 - Ripartizione dei consumi per settore e vettore energetico (kWh/anno)

	Agricoltura	Industria	Trasporti	Terziario	Residenziale	Altro	Totale
En. Elettrica	0,039	16,306	1,685	12,156	7,725	0,341	<b>38,251</b>
Metano	0,137	2,586	1,144	4,227	13,827	0,000	<b>21,922</b>
Gasolio	0,434	0,434	21,910	0,434	0,434	0,000	<b>23,646</b>
GPL	0,000	0,000	1,751	0,000	0,000	0,000	<b>1,751</b>
Benzina	0,000	0,000	14,430	0,000	0,000	0,000	<b>14,430</b>
<b>Totale</b>	<b>0,609</b>	<b>19,326</b>	<b>40,921</b>	<b>16,817</b>	<b>21,986</b>	<b>0,341</b>	<b>100,000</b>

Tabella 13 - Ripartizione dei consumi per settore e vettore energetico (%)



Dall'analisi congiunta emerge che i consumi energetici del Comune possono essere ricondotti essenzialmente a tre tipologie di utenti - civile – trasporti – industriale – con il residenziale che supera i consumi del terziario.

Pertanto si riporterà singolarmente l'analisi settoriale del residenziale, con uno studio interamente dedicato ai consumi degli edifici comunali, e dei trasporti. Tali approfondimenti possono essere considerati propedeutici e fondamentali per la successiva fase di pianificazione.

L'analisi della domanda settoriale sarà effettuata in relazione ai vettori energetici utilizzati, che vede, come era prevedibile, i consumi elettrici e di metano concentrati negli usi civili e industriali e l'utilizzo dei prodotti petroliferi quasi esclusivamente richiesti dai trasporti.

Nei paragrafi successivi vengono presentati, ed analizzati, dapprima i dati relativi ai consumi di energia elettrica, poi di metano e infine dei prodotti petroliferi (gasolio, benzina, GPL).

### 3.3 La domanda di energia elettrica

I consumi dell'energia elettrica rivestono un ruolo fondamentale all'interno del bilancio energetico complessivo, e necessitano pertanto di un'analisi dettagliata del settore.

Per mostrare la situazione attuale, si riportano i dati concernenti i consumi di energia elettrica della città di Salerno, aggiornati all'anno 2008, oltre ad un'analisi comparata tra i consumi, a partire dai valori del 2002 fino a quelli dell'anno di riferimento considerato. Per il reperimento delle informazioni necessarie alla valutazione dei consumi elettrici sul territorio comunale si è fatto riferimento ai dati puntuali forniti da ENEL.

I consumi dell'energia elettrica sono aggregati nei *database* consultati in funzione dei settori di uso finale (Agricoltura, Consumi propri ENEL, Domestico, Industria, Terziario) e di ulteriori categorie di utilizzo. I dati originari sono stati successivamente rielaborati, poiché all'interno della categoria "Terziario" erano riportate delle voci di consumo chiaramente imputabili alla categoria "Trasporti", non presente nella classificazione originaria proposta da ENEL.

Per fornire una fotografia della situazione attuale, si effettua dapprima l'analisi settoriale dei consumi dell'energia elettrica, relativa ai consumi del 2008, riportata nella Figura 14:

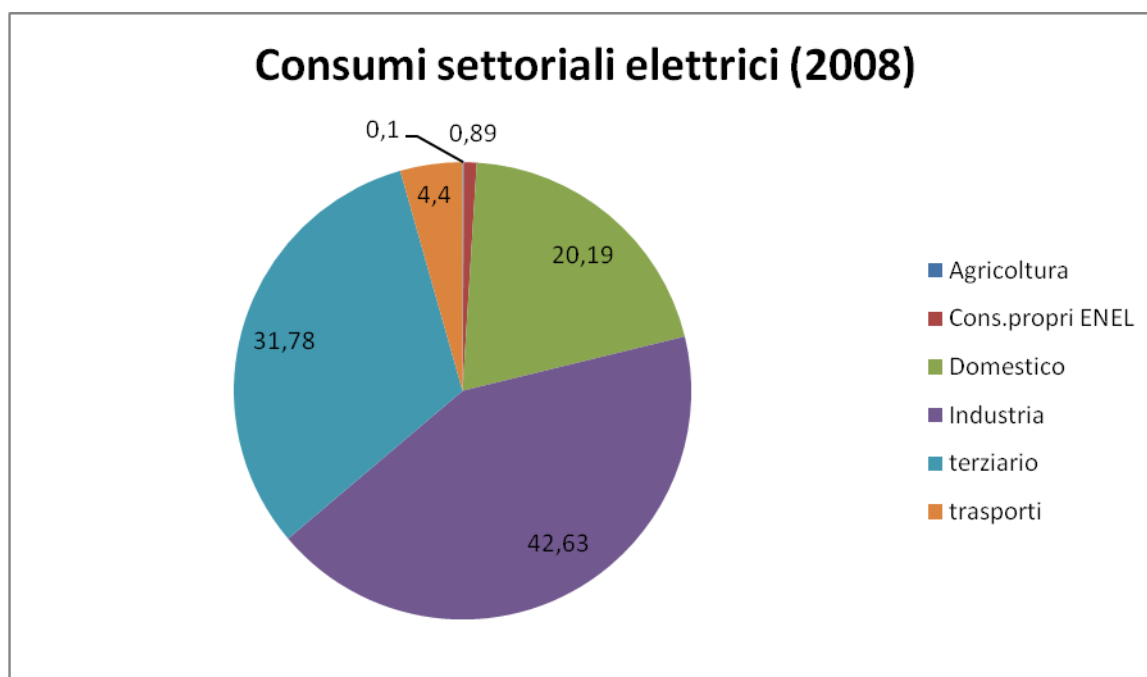


Figura 14 – Ripartizione settoriale dei consumi di energia (%)

I maggiori contributi ai consumi elettrici sono forniti, nell'ordine, dall'industria, dal terziario e dal domestico, mentre i consumi per agricoltura e trasporti sono molto inferiori. I consumi propri ENEL, infine, risultano inferiori all'1%, ed in alcuni casi caratterizzati da valori negativi.

Ulteriori considerazioni possono essere fornite dall'analisi dell'andamento storico delle serie dei dati dei consumi elettrici, che coprono un periodo temporale a partire dal 2002. Si riportano

pertanto i consumi annui per settore (Tabella 14, Figura 15) e la ripartizione percentuale dei consumi annui tra i diversi settori (Tabella 15, Figura 16).

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Agricoltura	569.828	521.808	613.062	578.529	722.663	688.131	706.094
Cons. propri ENEL	1.155.192	1.210.263	1.162.285	1.161.569	-769.390	742.015	6.224.521
Domestico	132.477.213	138.840.042	139.033.241	137.151.194	137.832.495	137.776.876	140.873.069
Industria	205.696.434	206.123.879	211.091.421	294.027.708	298.139.727	299.807.686	297.367.822
Terziario	151.532.801	164.612.853	169.502.305	165.825.952	179.818.523	189.497.862	221.676.297
Trasporti	7.035.605	8.738.448	8.306.784	8.191.256	8.919.331	7.450.208	30.721.529
<b>Totale</b>	<b>498.467.073</b>	<b>520.047.293</b>	<b>529.709.098</b>	<b>606.936.208</b>	<b>624.663.349</b>	<b>635.962.777</b>	<b>697.569.332</b>

Tabella 14 – Consumi elettrici per anno e settore (kWh/anno; fonte ENEL).

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Agricoltura	0,11	0,10	0,12	0,10	0,12	0,11	0,10
Cons. propri ENEL	0,23	0,23	0,22	0,19	-0,12	0,12	0,89
Domestico	26,58	26,70	26,25	22,60	22,07	21,66	20,19
Industria	41,27	39,64	39,85	48,44	47,73	47,14	42,63
Terziario	30,40	31,65	32,00	27,32	28,79	29,80	31,78
Trasporti	1,41	1,68	1,57	1,35	1,43	1,17	4,40
<b>Totale</b>	<b>98,59</b>	<b>98,32</b>	<b>98,43</b>	<b>98,65</b>	<b>98,57</b>	<b>98,83</b>	<b>95,60</b>

Tabella 15 – Ripartizione dei consumi elettrici per anno e per settore (fonte ENEL)

Le serie storiche evidenziano un aumento generale dei consumi nel periodo 2002-2008, pari a circa il 40%. Nel complesso, la crescita ha interessato tutti i settori, ma con dinamiche molto diverse.

I consumi dell'industria si sono mantenuti stabili dal 2002 al 2004, hanno mostrato un rapido aumento nel 2005 per poi stabilizzarsi su tale valore negli anni successivi. Per quanto riguarda i consumi civili, il settore del terziario manifesta una crescita modesta e costante negli anni, accentuatasi nel 2008, mentre il settore domestico manifesta un trend di crescita piuttosto limitato e costante per tutto il periodo. Più recente è l'aumento dei consumi del settore dei trasporti, che ad oggi arriva a coprire più del 4% del totale.

L'incremento dei consumi negli ultimi due anni è da attribuirsi solo alla crescita dei consumi del settore terziario e dei trasporti, quest'ultimo con un peso minore, considerata la stasi verificatasi nel settore industriale, in parte da attribuire alla crisi economica generale.

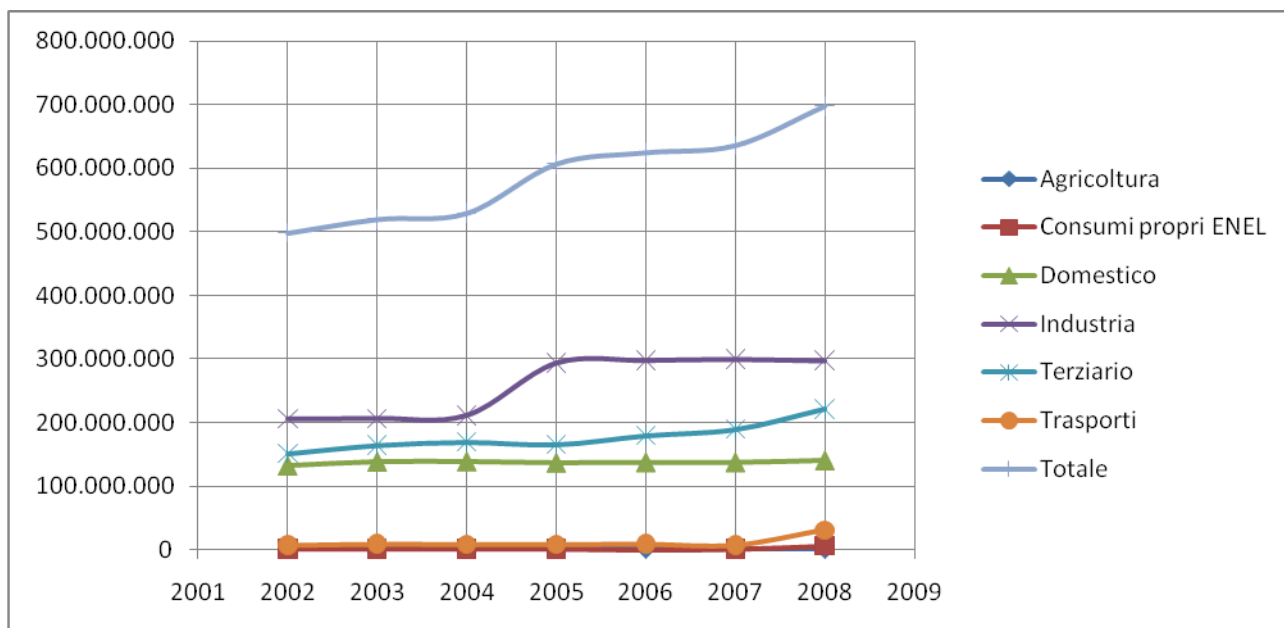


Figura 15 – Andamento dei consumi elettrici per settore (kWh/anno; rielaborazione da dati ENEL)

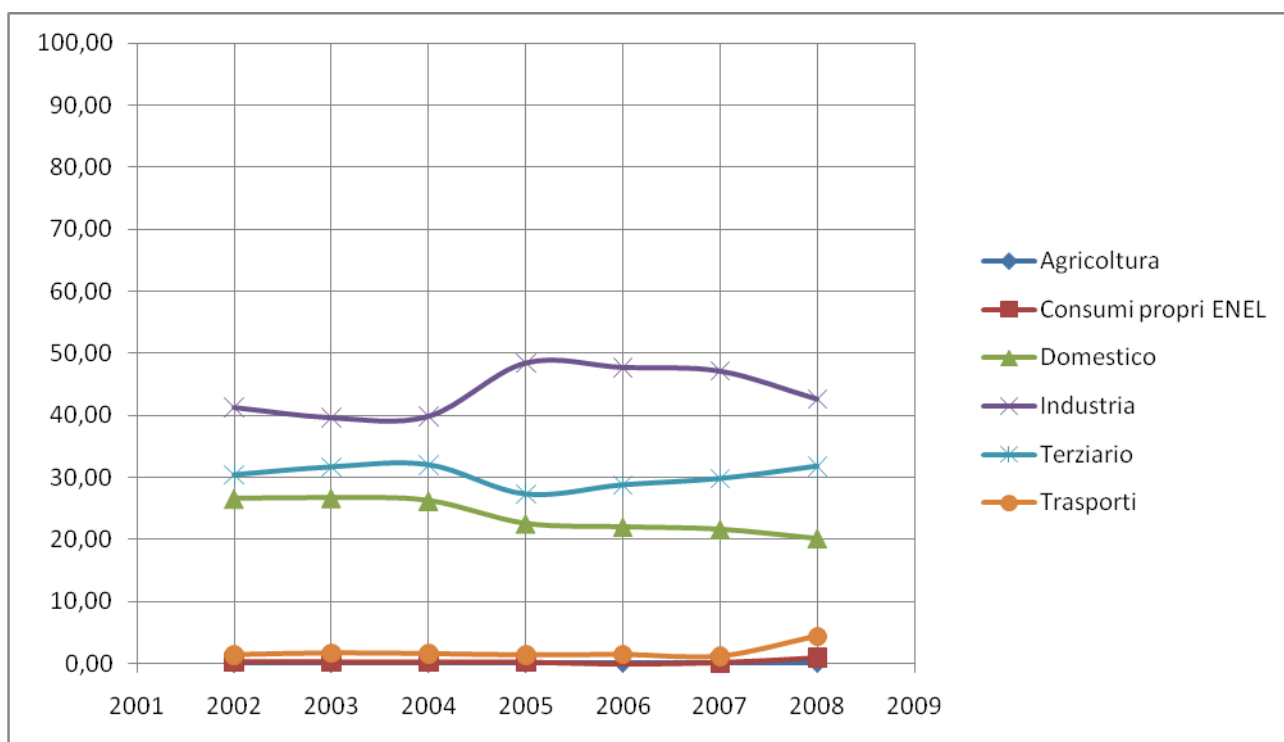


Figura 16 – Ripartizione dei consumi elettrici per settore (percento; rielaborazione da dati ENEL)



### 3.4 Consumi di metano

Dall'analisi energetica settoriale è emerso che il consumo di metano sul territorio comunale costituisce una voce rilevante dei consumi del fabbisogno complessivo. In particolare essi corrispondono al 23% del bilancio energetico totale. I consumi disaggregati per settore hanno mostrato che la maggiore richiesta è determinata proprio dai consumi termici del residenziale, terziario e industria, che consumano la maggior parte della quantità richiesta dal territorio comunale.

Per configurare le caratteristiche dei singoli settori, sono stati acquisiti i consumi storici di metano per le utenze servite da "Salerno Energia", che copre circa il 90% del territorio comunale di Salerno.

I dati, disponibili con cadenza annuale a partire dal 2001, sono stati distinti in sei categorie di utenza:

<b>Categorie</b>	
Cucina ed acqua calda	
Cucina, acqua calda e riscaldamento	
Ristorazione e Panifici	
Riscaldamento e acqua calda commerciale/industriale/enti pubblici/caserme	
Riscaldamento e acqua calda enti scolastici	
Riscaldamento e acqua calda commerciale/industriale/industriale promiscuo	

Tabella 16 – Categorie di clienti per consumi di metano sul territorio comunale

Questa classificazione consente di utilizzare più facilmente i risultati nell'ambito della pianificazione tesa alla razionalizzazione dei consumi.

Per ognuna delle categorie, sono forniti i consumi annui, in normal metri cubi (Tabella 17), ed il numero dei clienti.

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008 (*)
1	Cucina ed acqua calda	2.892.867	3.638.009	3.745.390	3.892.192	4.062.647	3.993.103	3.575.336	3.464.636
2	Cucina, acqua calda e riscaldamento	15.971.518	19.632.879	21.543.284	22.689.197	24.677.289	20.796.307	21.077.123	20.424.528
3	Ristorazione e Panifici	1.580.010	1.826.315	1.539.656	1.440.923	1.580.874	1.562.609	2.555.275	2.476.158
4	Riscaldamento e acqua calda commerciale/industriale/enti pubblici/caserme	6.339.347	4.592.996	5.738.383	6.136.270	6.421.574	6.578.394	5.688.015	5.511.901
5	Riscaldamento e acqua calda enti scolastici	353.812	363.348	692.538	722.969	854.960	831.701	370.810	359.329
6	Riscaldamento e acqua calda commerciale/industriale/industriale promiscuo	2.528.981	2.618.848	3.113.250	2.906.070	2.702.653	2.982.711	4.581.815	4.439.952
	<b>Totale</b>	<b>29.666.535</b>	<b>32.672.395</b>	<b>36.372.501</b>	<b>37.787.621</b>	<b>40.299.997</b>	<b>36.744.825</b>	<b>37.848.374</b>	<b>36.676.503</b>

Tabella 17 – Consumi di metano sul territorio comunale (Fonte: Elaborazione Dati Salerno Energia)

L'analisi della distribuzione percentuale dei consumi annui tra le tipologie di utenza (Tabella 18) mostra come i consumi prevalenti siano quelli per l'utenza domestica (in particolare "Cucina, acqua calda e riscaldamento"). I consumi relativi alle voci "Riscaldamento e acqua calda commerciale/industriale/enti pubblici/caserme" e "Riscaldamento e acqua calda

commerciale/industriale/industriale promiscuo” presentano incidenze dell’ordine del 15% e del 12%, rispettivamente.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Cucina ed acqua calda	9,75	11,13	10,30	10,30	10,08	10,87	9,45
Cucina, acqua calda e riscaldamento	53,84	60,09	59,23	60,04	61,23	56,60	55,69
Ristorazione e Panifici	5,33	5,59	4,23	3,81	3,92	4,25	6,75
Riscaldamento e acqua calda commerciale/industriale/enti pubblici/caserme	21,37	14,06	15,78	16,24	15,93	17,90	15,03
Riscaldamento e acqua calda enti scolastici	1,19	1,11	1,90	1,91	2,12	2,26	0,98
Riscaldamento e acqua calda commerciale/industriale/industriale promiscuo	8,52	8,02	8,56	7,69	6,71	8,12	12,11
Totale	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabella 18 – Distribuzione percentuale dei consumi di metano tra le tipologie di utenza

L’analisi della serie storica (Figura 17) evidenzia una prima fase di crescita dei consumi complessivi, che ha visto un incremento di circa il 33% negli anni tra il 2001 ed il 2005, anno in cui si manifestano i maggiori consumi. Il periodo successivo ha visto i consumi stabilizzarsi circa al 90% dei valori raggiunti nel 2005.

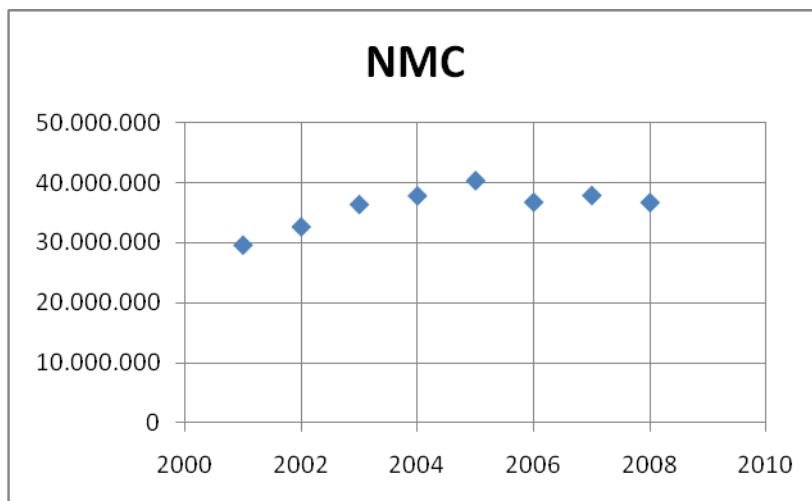


Figura 17 – Andamento dei consumi di metano (fonte Salerno Energia)

Uno studio dell’andamento del numero di utenti evidenzia una crescita, con un andamento di tipo quadratico, che sembra essersi arrestato negli anni 2007-2008 (Figura 18). I consumi per utente manifestano un andamento relativamente stabile, con una leggera crescita fino al 2005, seguita da un lieve decremento. Si può quindi desumere che l’incremento dei consumi negli anni 2001-2005 è stato dovuto essenzialmente all’incremento delle utenze e, parallelamente, ad un incremento di circa il 10% dei consumi unitari. La successiva fase di lieve riduzione seguita al 2005 può attribuirsi alla tendenziale stabilizzazione del numero delle utenze e, contemporaneamente, ad una lieve riduzione dei consumi unitari, che può attribuirsi presumibilmente all’effetto combinato delle campagne di sensibilizzazione sul risparmio energetico e della crisi economica.

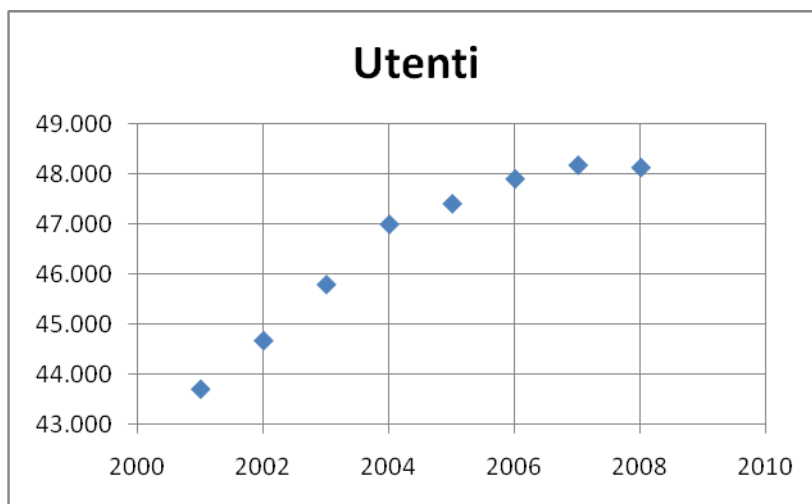


Figura 18 – Andamento del numero di utenti per il metano (fonte Salerno Energia)

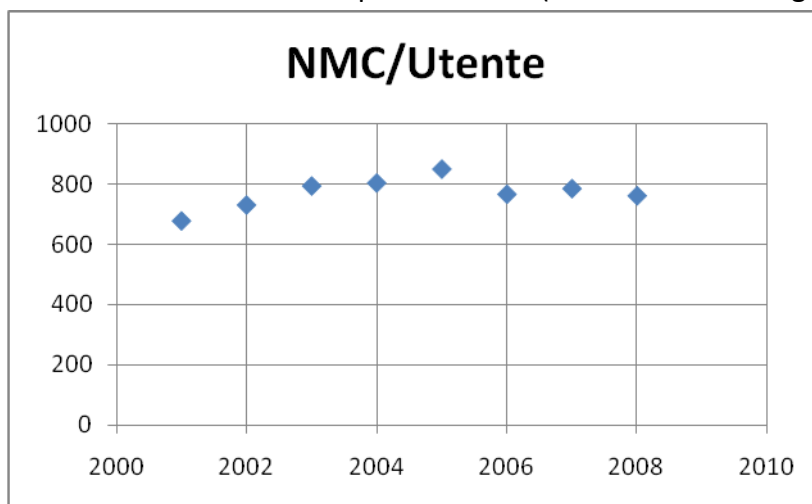


Figura 19 – Andamento dei consumi medi di metano per utente (fonte Salerno Energia)

Ulteriori informazioni fornite da Salerno Energia hanno poi consentito di valutare, per i soli 2007 e 2008, le vendite di metano destinate ad autotrazione, nel territorio comunale:

Anno	2007	2008
(NMC)	599.554	1.015.899

Tabella 19 - Vendite di metano per autotrazione

I consumi per autotrazione sono da intendersi inclusi nei valori presentati nella voce “Riscaldamento e acqua calda commerciale/industriale/industriale promiscuo” della Tabella 17.

Sono inoltre disponibili i dati di distribuzione forniti da SNAM per quanto riguarda l’autotrazione e la distribuzione tramite carro bombolaio, finalizzata essenzialmente al riscaldamento delle serre, per il 2007 e 2008:



Anno	Carro		Totale
	Autotrazione	bombolaio	
2007	1.525.035	233.286	1.758.321
2008	961.364	236.150	1.197.514

Tabella 20 - Vendite di metano per autotrazione e usi agricoli (Fonte SNAM)

### 3.5 Consumi di prodotti petroliferi

Nell’ambito del fabbisogno energetico complessivo, i prodotti petroliferi, il cui consumo è legato essenzialmente al settore dei trasporti, pesano per quasi il 40%. Questi risultati evidenziano l’importanza che riveste il settore dei trasporti nell’ambito della programmazione degli interventi da attuare. Risulta pertanto essenziale riportare dapprima l’analisi approfondita dei consumi del settore, illustrando i dati relativi ai consumi dei singoli prodotti petroliferi. Per il bilancio dettagliato, sono stati acquisiti dall’Ufficio tecnico delle Finanze (UTF) di Salerno i dati sulle vendite di gasolio per autotrazione, benzina e GPL. I dati, disponibili a partire dal 2005, sono presentati in Tabella 21, mentre i relativi trend temporali sono mostrati nella Figura 20. I consumi di gasolio e benzina sono comparabili e superiori di un ordine di grandezza a quelli di GPL.

Anno	Gasolio autotrazione	GPL	Benzina	Totale
2005	39.019.576	4.934.619	43.123.199	87.077.394
2006	44.806.927	6.653.843	39.598.266	91.059.036
2007	40.716.375	5.557.199	34.539.908	80.813.482
2008	41.275.663	4.827.377	32.092.432	78.195.472

Tabella 21 – Vendite di gasolio, benzina e GPL per autotrazione (Litri/anno; fonte UTF).

I consumi complessivi hanno toccato il valore massimo nel 2006, manifestando una riduzione di circa il 14% nei due anni successivi. Tale riduzione può essere spiegata con una progressiva sostituzione del parco circolante con modelli caratterizzati da consumi inferiori, e da una generale tendenza alla riduzione dei consumi imputabile alla crisi economica. Si può anche notare (Figura 20) un progressivo processo di sostituzione tra la benzina ed il gasolio, da attribuirsi evidentemente ad una crescita della motorizzazione Diesel. Le vendite di GPL, dopo un picco toccato nel 2006, hanno manifestato invece un leggero decremento.

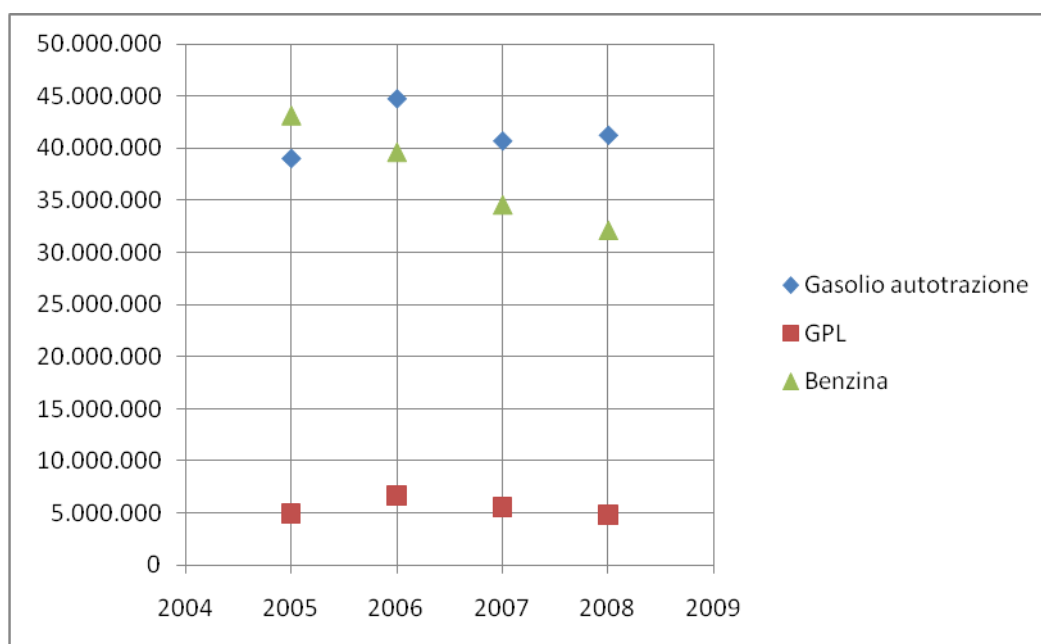


Figura 20 – Andamento dei consumi di gasolio, benzina e GPL (Litri/anno; fonte UTF)



### 3.6 Bilancio delle Emissioni di CO<sub>2</sub>

La tendenza degli ultimi anni vede associare all'elaborazione dei piani energetici comunali un bilancio anche ambientale, per fornire una fotografia delle emissioni presenti sul territorio, che derivano dalle attività che caratterizzano lo stesso. Sempre più frequentemente, si finalizzano le scelte energetiche del PEC alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, come previsto dal Protocollo di Kyoto. Coerentemente alla programmazione energetica, il mix di azioni individuate, volte alla razionalizzazione energetica, è teso anche a fornire una risposta concreta al problema della sostenibilità.

Lo schema metodologico del PEC di Salerno, pertanto, prevede anche un bilancio delle emissioni di CO<sub>2</sub> presenti nel territorio, che rappresentano tuttavia l'86% dei gas serra rilasciati a livello nazionale ed il settore energetico, nello specifico, l'83% delle emissioni totali [10].

A partire dai consumi energetici, sono state valutate le corrispondenti emissioni di CO<sub>2</sub>, secondo i fattori di emissione sintetizzati in Tabella 22. Le emissioni relative ai consumi elettrici sono state stimate utilizzando i fattori di emissione per unità di energia elettrica prodotta relativi alla media della produzione elettrica italiana. E' stato utilizzato l'ultimo dato disponibile, relativo al 2007 (459 gCO<sub>2</sub>/kWh). Si può osservare come i dati storici (Tabella 23, Figura 21) mostrino un trend decrescente del fattore di emissione: la valutazione delle emissioni al 2008 si potrà quindi ritenere approssimata per eccesso.

Energia elettrica	Metano	Gasolio	Benzina	GPL
KgCO <sub>2</sub> /kWh	KgCO <sub>2</sub> /smc	KgCO <sub>2</sub> /Kg	KgCO <sub>2</sub> /Kg	KgCO <sub>2</sub> /Kg
0,459	1,95	3,175	3,152	3,026

Tabella 22 – Fattori di emissione di CO<sub>2</sub> per i diversi vettori energetici

Anno	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
gCO <sub>2</sub> /kWh	592	562	508	496	511	504	481	482	474	459

Tabella 23 - Fattori di emissione di CO<sub>2</sub> per unità di energia elettrica prodotta (gCO<sub>2</sub>/kWh) relativi alla media della produzione elettrica italiana [59]

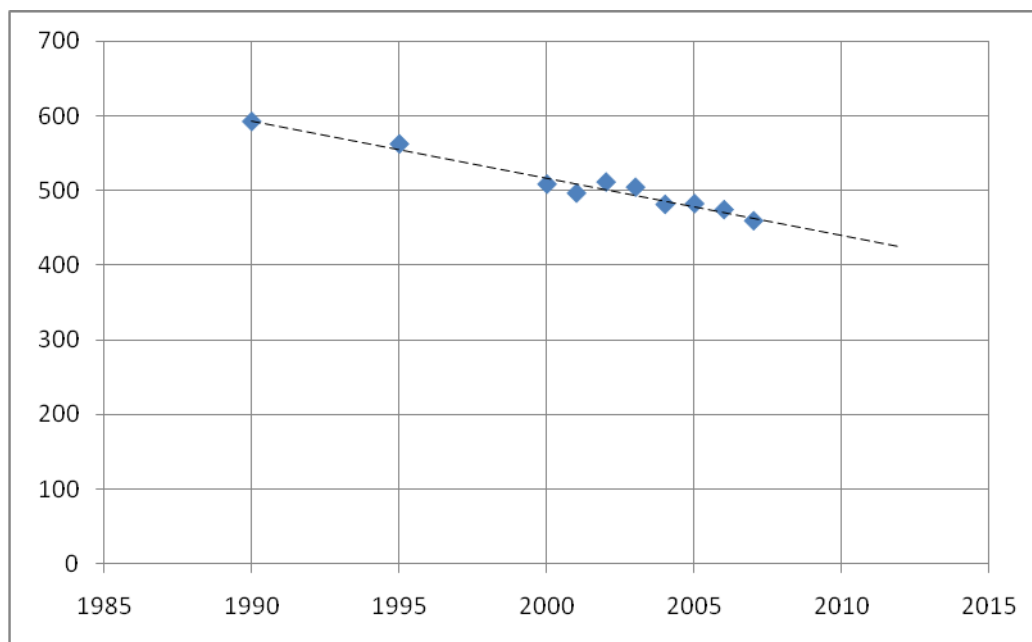


Figura 21 – Fattori di emissione di CO<sub>2</sub> per unità di energia elettrica prodotta (gCO<sub>2</sub>/kWh) relativi alla media della produzione elettrica italiana e linea di tendenza [59]

Le emissioni complessive attribuibili al territorio del comune di Salerno sono stimate in circa 595 mila tonnellate annue. La disaggregazione per settore di attività (Tabella 24, Figura 22) mostra come il maggiore contributo sia legato al settore dei trasporti, seguito dall'industria, dal terziario e dal residenziale. L'agricoltura gioca invece un ruolo marginale.

In termini di vettore energetico (Tabella 25, Figura 23), il maggiore contributo è dovuto ai consumi elettrici, seguiti dal gasolio, dal metano e dalla benzina.

		Emissioni CO <sub>2</sub> (t)	Emissioni di CO <sub>2</sub> (%)
1	Trasporti	209.777	35,28
2	Agricoltura	2.990	0,50
3	Industria	147.410	24,79
4	Terziario	118.197	19,88
5	Residenziale	113.450	19,08
6	Altro	2.857	0,48
	<b>Totale</b>	<b>594.681</b>	<b>100,00</b>

Tabella 24 – Emissioni di CO<sub>2</sub> per settore di attività

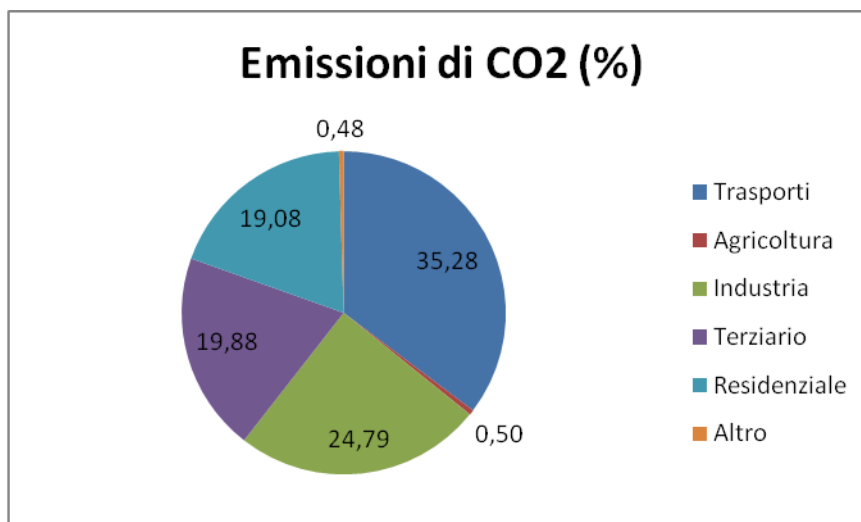


Figura 22 – Ripartizione percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub> per settore di attività

		Emissioni di CO <sub>2</sub> (Ton/anno)	Emissioni di CO <sub>2</sub> %
1	<b>Energia Elettrica</b>	320.184	53,84
2	<b>Metano</b>	73.854	12,42
3	<b>Gasolio</b>	120.214	20,21
4	<b>GPL</b>	7.596	1,28
5	<b>Benzina</b>	72.832	12,25
	Totale	<b>594.681</b>	100,00

Tabella 25 – Emissioni di CO<sub>2</sub> per vettore energetico

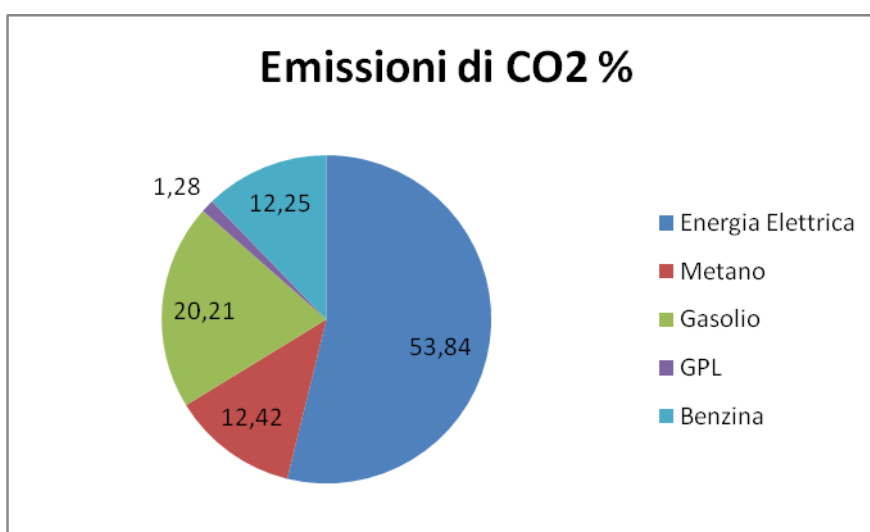


Figura 23 – Ripartizione percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub> per vettore energetico

### 3.6.1 Stima dei consumi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> per gli anni 1990 e 2005

Gli obiettivi di riduzione della CO<sub>2</sub> imposti dal protocollo di Kyoto e dalle politiche comunitarie fanno riferimento agli anni 1990 e 2005. E' quindi necessario stimare consumi ed emissioni del territorio comunale a tali date.

Per quanto riguarda la stima all'anno 2005, si è preso come riferimento la distribuzione dei consumi energetici e della CO<sub>2</sub> per vettore nell'anno 2008. I consumi energetici al 2005 sono stati valutati a partire dalle serie storiche disponibili, che includono tale anno nelle rilevazioni, permettendo di valutarne la variazione rispetto all'anno 2008. Per la stima della CO<sub>2</sub>, si è considerato il valore del fattore di emissione a tale anno. Le stime (Tabella 26) evidenziano un incremento di circa il 5% di consumi ed emissioni tra il 2005 ed il 2008 (la percentuale di variazione di consumi ed emissioni di CO<sub>2</sub> differisce leggermente, a causa dei diversi valori del fattore di emissione per l'energia elettrica nei due anni).

	2008			% Consumo resp.a 2008	2005		
	Cons. (kWh)	Fatt.emiss. (KgCO <sub>2</sub> /kWh)	CO <sub>2</sub> (t)		Cons. (kWh)	Fatt.emiss. (KgCO <sub>2</sub> /kWh)	CO <sub>2</sub> (t)
Energia Elettrica	697.569.332	0,459	<b>320.184</b>	0,870	606.885.319	0,482	<b>292.519</b>
Metano	399.781.291	0,185	<b>73.854</b>	1,099	439.279.682	0,185	<b>81.151</b>
Gasolio	431.215.236	0,279	<b>120.214</b>	0,945	407.627.763	0,279	<b>113.639</b>
GPL	31.935.781	0,238	<b>7.596</b>	1,022	32.638.368	0,238	<b>7.763</b>
Benzina	263.157.942	0,277	<b>72.832</b>	0,945	248.763.203	0,277	<b>68.848</b>
Totale	1.823.659.582		<b>594.681</b>		1.735.194.334		<b>563.920</b>
% risp.2008	<b>100,00</b>		<b>100,00</b>		<b>95,15</b>		<b>94,83</b>
% risp.2005	<b>105,10</b>		<b>105,45</b>		<b>100,00</b>		<b>100,00</b>
% risp.1990	<b>127,95</b>		<b>115,46</b>		<b>121,74</b>		<b>109,48</b>

Tabella 26 – Consumi energetici ed emissioni di CO<sub>2</sub> per il 2008 e per il 2005

Per la stima all'anno 1990, non disponendo di dati specifici relativi al territorio comunale e di serie storiche antecedenti il 2002, si è fatto riferimento alle analisi effettuate da ENEA in ambito regionale presentate nel PEAR Campania [10], da cui si sono valutate le variazioni nei consumi per vettore riportate in Tabella 27. Ne derivano valori di consumo energetico pari a circa l'82% di quelli relativi al 2005, e di emissioni di CO<sub>2</sub> pari a circa il 91%. In questo caso, la differenza tra le due variazioni è maggiore rispetto al caso precedente, a causa del più elevato valore assunto per il fattore di emissione per energia elettrica per il 1990.

	1990			
	% Consumo risp.a 2005	Cons. (kWh)	Fatt.emiss. (KgCO <sub>2</sub> /kWh)	CO <sub>2</sub> (t)
Energia Elettrica	0,779	472.903.375	0,592	<b>279.959</b>
Metano	0,694	304.975.320	0,185	<b>56.340</b>
Gasolio	0,940	383.039.673	0,279	<b>106.784</b>
GPL	0,940	30.669.623	0,238	<b>7.295</b>
Benzina	0,940	233.757.817	0,277	<b>64.695</b>
Totale		1.425.345.808		<b>515.073</b>
% risp.2008		<b>78,16</b>		<b>86,61</b>
% risp.2005		<b>82,14</b>		<b>91,34</b>
% risp.1990		<b>100,00</b>		<b>100,00</b>

Tabella 27 – Consumi energetici ed emissioni di CO<sub>2</sub> per il 1990



### 3.7 La metodologia *top-down*

Le banche dati analizzate per l'elaborazione del Bilancio energetico comunale si presentano disomogenee in relazione a molti fattori. Il ricorso a dati disaggregati, mentre favorisce la possibilità di applicare l'approccio *bottom up*, disaggregato per natura metodologica, richiede d'altra parte una verifica dei margini di errore nell'aggregazione.

Pertanto, si è ritenuto opportuno, ai fini di una convalida dei risultati esposti, riportare le analisi del bilancio energetico del Comune di Salerno attraverso un diverso approccio modellistico, di tipo *top down*, utilizzato in maniera diffusa per la redazione di bilanci energetici anche di altri PEC.

In generale, la procedura *top down* si presta bene all'applicazione in caso di mancanza e incompletezza di dati o estrema disomogeneità di informazioni, problematiche rilevate in relazione alla indisponibilità di alcuni enti o società a fornire quanto richiesto per effettuare le elaborazioni.

Nel caso particolare dei bilanci elaborati per il Comune di Salerno, nonostante l'adeguata disponibilità dei dati, si è dovuto comunque ricorrere alla ricostruzione delle serie storiche mancanti, mediante processi di interpolazione e/o di stima a partire dai valori disponibili. La metodologia in precedenza applicata, che si basa dunque sulla rilevazione statistica dei dati energetici, ha tuttavia consentito di determinare una valutazione quantitativa ma approssimata del fabbisogno energetico e delle emissioni di anidride carbonica caratterizzanti il territorio comunale. In considerazione poi della mancanza dei dati storici relativi ad alcune fonti energetiche, l'approccio "dall'alto" ha permesso di tracciare i trend di sviluppo, completando così i bilanci le cui informazioni non erano reperibili.

Queste considerazioni hanno suggerito di applicare la procedura *top down* anche per la stima del bilancio e delle previsioni nel caso in esame. Fra l'altro, il diverso approccio considerato, procedendo per una via alternativa a quella seguita con le attività di censimento dei fabbisogni energetici locali, consente comunque una comparazione del bilancio energetico elaborato con quello derivante dai dati di altri piani energetici, regionali o locali. Giacché essi inevitabilmente condizionano anche la pianificazione elaborata su scala territoriale più ridotta, il confronto risulta oltre che un momento (o meno) di convalida, anche di valida riflessione sulle valutazioni e sugli interventi da intraprendere rispetto alla programmazione su dimensione regionale o provinciale.

Va precisato che il metodo *top down* è applicabile, o almeno ritenuto più affidabile, qualora si verificano alcune condizioni legate alla particolare omogeneità in relazione al territorio, alle tipologie di attività produttive e ai fattori socio – economici. Altri fattori da considerare per ritenere accettabile il confronto dei sistemi energetici su scale diverse riguardano la particolare conformazione geografica, il livello della popolazione, le attività presenti, le condizioni climatiche, le reti stradali e ferroviarie, ecc...

Si potrà poi considerare paragonabile l'*energy pattern* caratteristico del Comune con quello del territorio regionale, se le dinamiche osservate nelle serie storiche dei fabbisogni energetici

regionali possono, con buona approssimazione, essere lo specchio delle analoghe variazioni riscontrabili a livello locale.

In relazione alla conformazione geografica è interessante osservare l’analogia riscontrata tra la Regione Campania e i Comuni della Provincia di Salerno, che presentano la stessa composizione percentuale per zona altimetrica in relazione sia ai Comuni che alla popolazione (Figura 24 e 25).

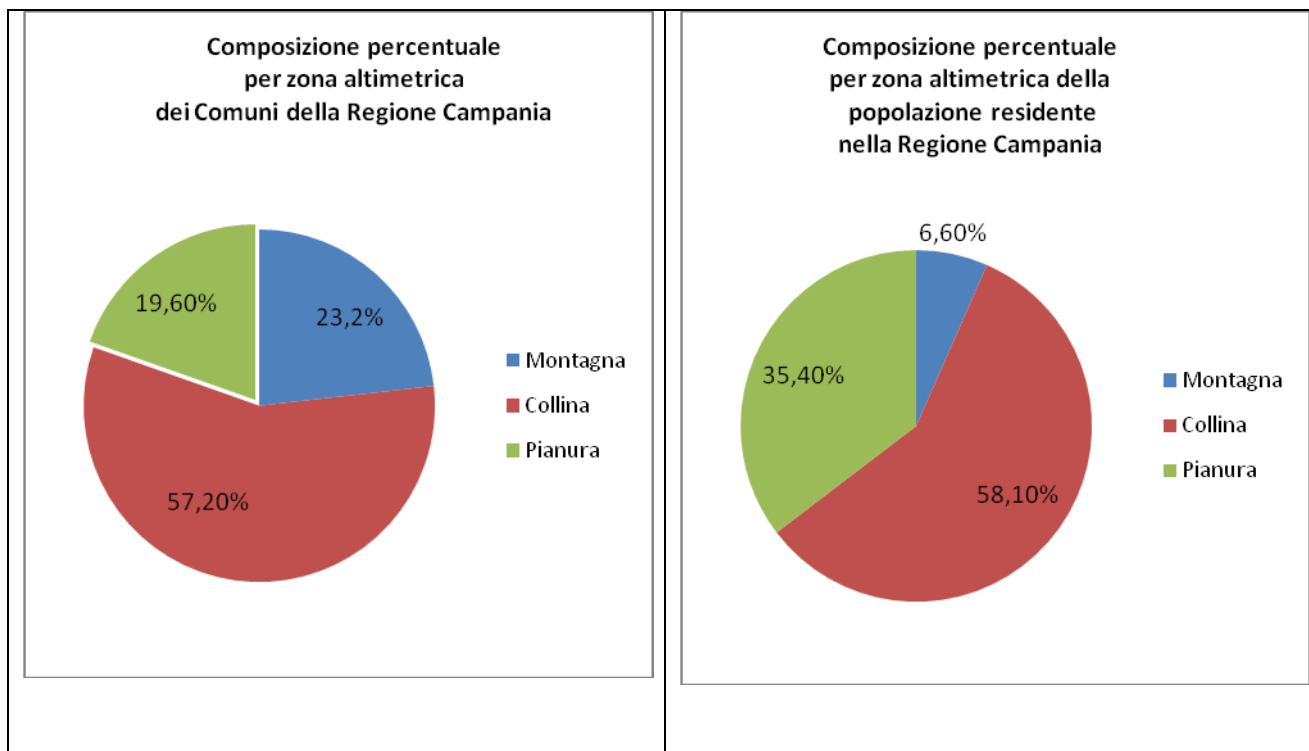


Figura 24 – Composizione per zona altimetrica dei Comuni e della popolazione residente nella Regione Campania (%)

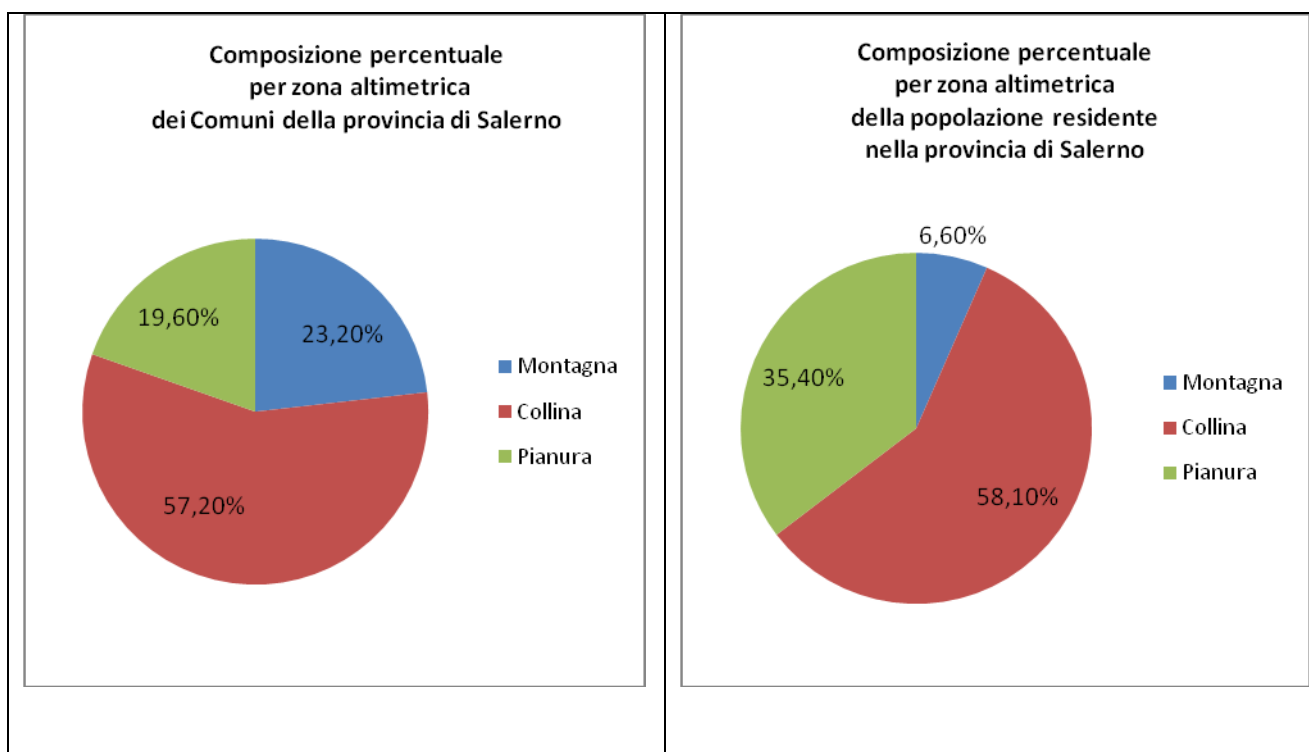


Figura 25– Composizione per zona altimetrica dei Comuni e della popolazione residente nella Provincia di Salerno (%)

Anche in relazione alle condizioni climatiche e ad altri fattori, dettagliatamente analizzati, si può ritenere accettabile approssimare situazione del Comune di Salerno con quelle della regione.

In virtù della necessità di riscontrare analoghe condizioni tra la realtà regionale di riferimento e quella comunale, anche per il Comune di Salerno si è ritenuto ragionevole applicare il metodo *top down*, ipotizzando quindi una valida proporzione con i fabbisogni energetici della Regione Campania, compatibilmente con le valutazioni sulle emissioni inquinanti e climalteranti di CO<sub>2</sub> loro correlate.

Di certo l'approccio *top down* risulta applicabile qualora si abbiano a disposizione *database* su scala maggiore rispetto a quella comunale. Nel caso specifico, da letteratura, il riferimento più importante per il Comune di Salerno è sicuramente il Piano Energetico e Ambientale della Regione Campania (PEAR) [10], che riporta i dati regionali disaggregati anche livello provinciale<sup>24</sup>.

Pertanto, considerato quale riferimento strategico, il PEAR presenta il bilancio energetico e l'inventario delle emissioni in atmosfera del sistema energetico regionale, fornendo altresì i trend storici dei fabbisogni energetici riferiti alle singole fonti e della domanda energetica dei diversi settori, fondamentali per l'applicazione della procedura.

Per la determinazione del bilancio energetico su scala locale secondo questa metodologia, risulta dapprima fondamentale valutare il livello della popolazione locale rispetto a quella regionale, nonché i relativi tassi di incremento registrati negli ultimi anni. Ulteriori informazioni possono essere poi dedotte dai dati relativi alla densità abitativa, maggiormente indicativi dei livelli dei consumi energetici.

A tal fine, la Tabella 27 fornisce i dati di interesse relativi alla popolazione residente nel Comune di Salerno, nella Provincia di Salerno e nella Regione Campania, come risulta dagli ultimi censimenti del 1991 e del 2001.

	POPOLAZIONE RESIDENTE		VARIAZIONE DI POPOLAZIONE TRA IL 1991 ED IL 2001		Densità per Km <sup>2</sup> <sup>25</sup>
	Censita al 21 ottobre 2001	Censita al 20 ottobre 1991	Valori assoluti	Percentuali	
Regione Campania	5.701.931	5.603.280	71.651	1,3	419,6
Provincia di Salerno	1.073.643	1.066.601	7.042	0,7	218,3
<b>Comune di</b>	<b>138.188</b>	<b>148.932</b>	<b>-10.744</b>	<b>-7,2</b>	<b>2.343,8</b>

<sup>24</sup> Cfr. paragrafo 2.4.1

<sup>25</sup> I dati si riferiscono al 2001.

<b>Salerno</b>					
----------------	--	--	--	--	--

Tabella 28 – Dati demografici(fonte ISTAT)

Dall'ultimo censimento del 2001 risulta che la popolazione residente in Campania comprende circa 5.701.931 unità; rispetto al Censimento '91 si è avuto quindi un incremento di oltre 72mila unità, con una variazione di circa + 1,3%. Nella provincia di Salerno, la popolazione al Censimento 2001 ha subito un incremento del + 0,7%, mentre nel Comune di Salerno si è assistito a una diminuzione della popolazione di circa 10.744 unità, pari a -7,2%. Questi dati mostrano che le tendenze della provincia hanno mostrato una crescita, seppure modesta, in linea con gli incrementi registrati dalla regione, mentre il comune ha visto un calo demografico significativo.

Non avendo riscontrato alcuna analogia nei *trend* relativi ai livelli di crescita della popolazione regionale con quella comunale, non è stato possibile definire un rapporto da utilizzare per la metodologia *top down*. Fra l'altro, considerando i decenni intercorsi tra i due censimenti, il fattore che si andrebbe a definire potrebbe rendere poco attendibile i risultati. Anche il livello della densità abitativa per Km<sup>2</sup>, notevolmente superiore per il Comune di Salerno rispetto alla media regionale, potrebbe sottostimare nel bilancio il dato indicante i consumi di energia.

Ulteriori informazioni possono essere dedotte dalle serie storiche della crescita della popolazione della Regione Campania e del Comune di Salerno, con un arco temporale più ampio, che si riferisce agli anni degli ultimi censimenti ufficiali, come riportato nei grafici di Figura 26 e 27.

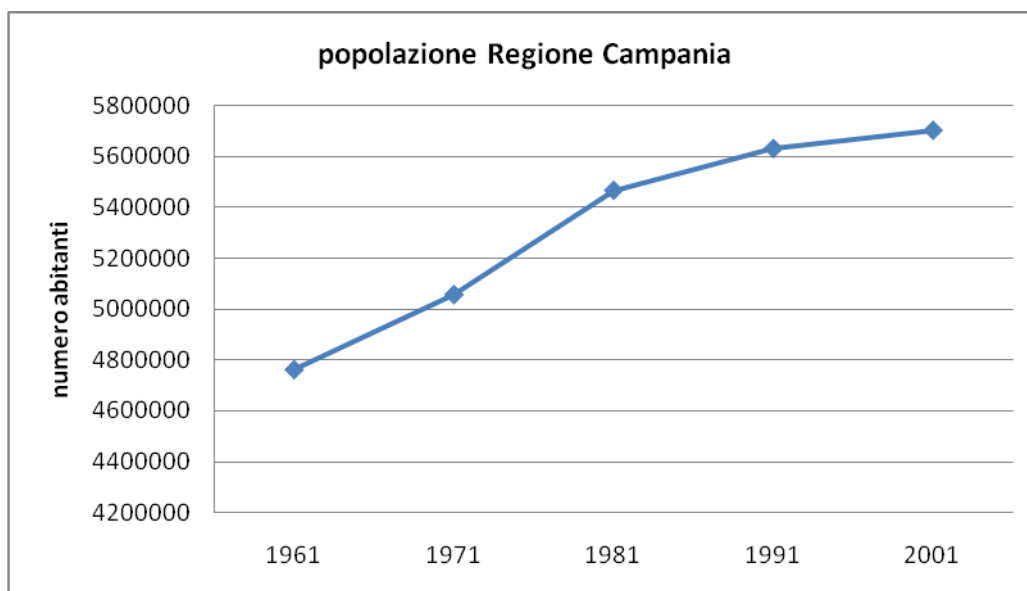


Figura 26 – Serie storica della popolazione della Regione Campania

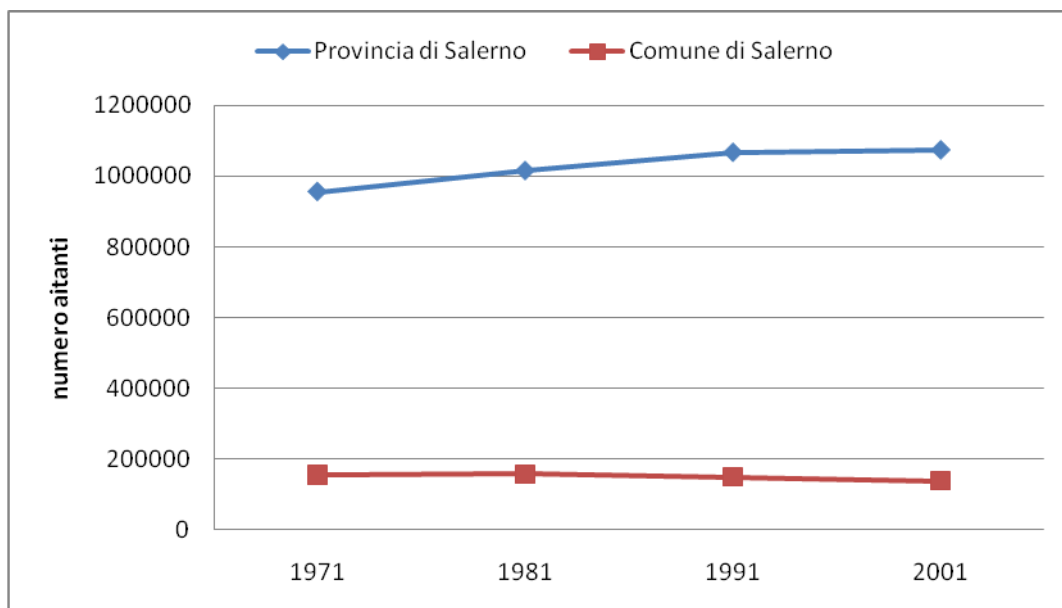


Figura 27 – Serie storica della popolazione della Provincia e del Comune di Salerno

Sebbene gli andamenti attenuino le divergenze esistenti tra la crescita della popolazione della regione e del comune, l’arco temporale dei censimenti, rispetto al periodo considerato per le elaborazioni del bilancio energetico, non coincide. Pertanto, si è preferito elaborare i dati presenti nelle statistiche, ma ancora non presentati nei rispettivi documenti di censimento ufficiali. L’ISTAT, infatti, mette a disposizione i dati ufficiali più recenti dei Comuni italiani derivanti dalle indagini effettuate presso gli Uffici di Anagrafe, anche con cadenza mensile, relativamente al bilancio demografico e alla popolazione residente, suddivisa per sesso e per fasce di età [14]. I dati, rilevati statisticamente con data successiva al 2001 sono da considerarsi in genere provvisori, almeno fino alla fine dell’anno di riferimento e precisamente fino alla diffusione del comunicato stampa relativo al “Bilancio demografico nazionale”.

Si forniscono così le stime sulla crescita delle popolazioni, unendo i valori secondo quella che sarebbe la loro evoluzione spontanea. Nei grafici di seguito si riportano le serie storiche relative alla popolazione del Comune di Salerno, dal 1997 al 2001 [15][16] come riportato nei Documenti della Regione Campania e dal 2002 al 2009, come presente nelle statistiche provvisorie dell’ISTAT [14].

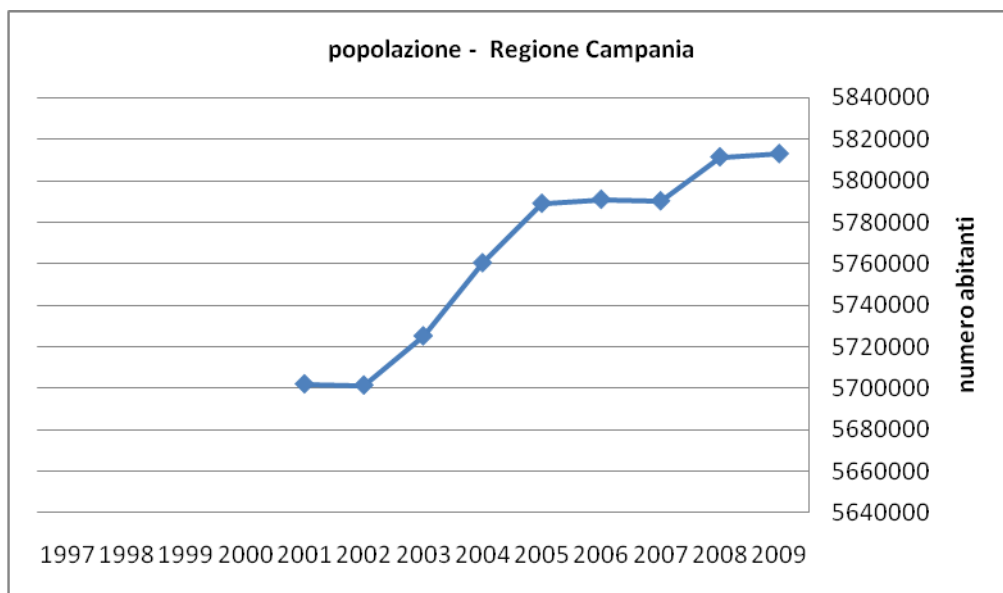


Figura 28 – Serie storica della popolazione della Regione Campania

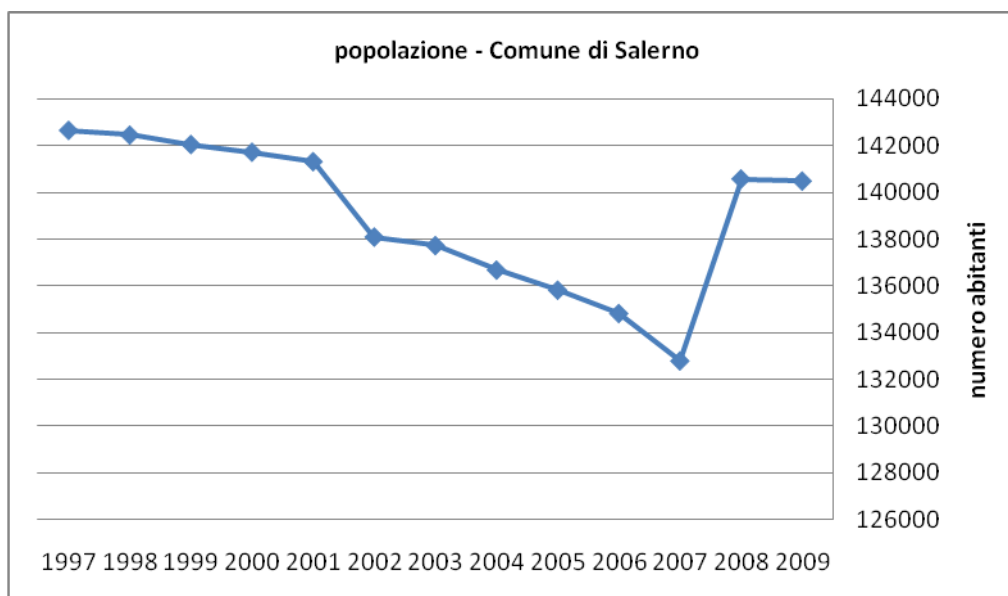


Figura 29 – Serie storica della popolazione della Provincia e del Comune di Salerno

Per ogni anno è stato così calcolato il fattore di correzione anagrafica, definito come rapporto tra la popolazione della Campania e quella del Comune di Salerno, considerando anche altri elementi socio – economici e demografici di particolare interesse, come la densità abitativa.

Note le stime sulle popolazioni e gli analoghi fattori correttivi anagrafici, si è applicata la procedura *top-down* per determinare i fabbisogni energetici comunali, elaborando i dati regionali relativi alle evoluzioni delle serie storiche della domanda di energia e di elettricità, disaggregati anche per settore, e delle emissioni climalteranti di CO<sub>2</sub> fornite dal PEAR. Il database di partenza, considerato per le elaborazioni, si riporta nelle Tabelle di seguito.

Fabbisogno di energia	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Regione Campania	6.068	5.695	6.192	6.459	6.406	6.344	6.318	6.488

Tabella 29 – Dati storici della domanda di energia in Regione Campania

Consumi elettrici	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestico	Totale
Regione Campania	263,7	5.564,4	5.512,6	5.746,6	17.087,3

Tabella 30 – Domanda di energia elettrica settoriale - Provincia di Salerno e Regione Campania

Consumi elettrici	2003	2004	2005	2006	2007
Regione Campania	15.714,1	15.933,4	16.334,1	16.824,5	17.087,3
Provincia di Salerno	3.179,7	3.298,5	3.4104,4	3.547,3	3.653,3

Tabella 31 – Dati storici della domanda di elettricità - Provincia di Salerno e Regione Campania

Emissioni di CO <sub>2</sub>	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Regione Campania	16.806	14.548	15.943	16.195	16.201	16.339	15.684	14.828

Tabella 32 – Dati storici della emissioni di CO<sub>2</sub> - Regione Campania

I grafici di Figura 30 e 31 mostrano l'evoluzione delle serie storiche della domanda di energia e delle emissioni climalteranti di CO<sub>2</sub>, calcolati con riferimento al metodo *top – down*, dal 1990 al 2008 (anno di riferimento).

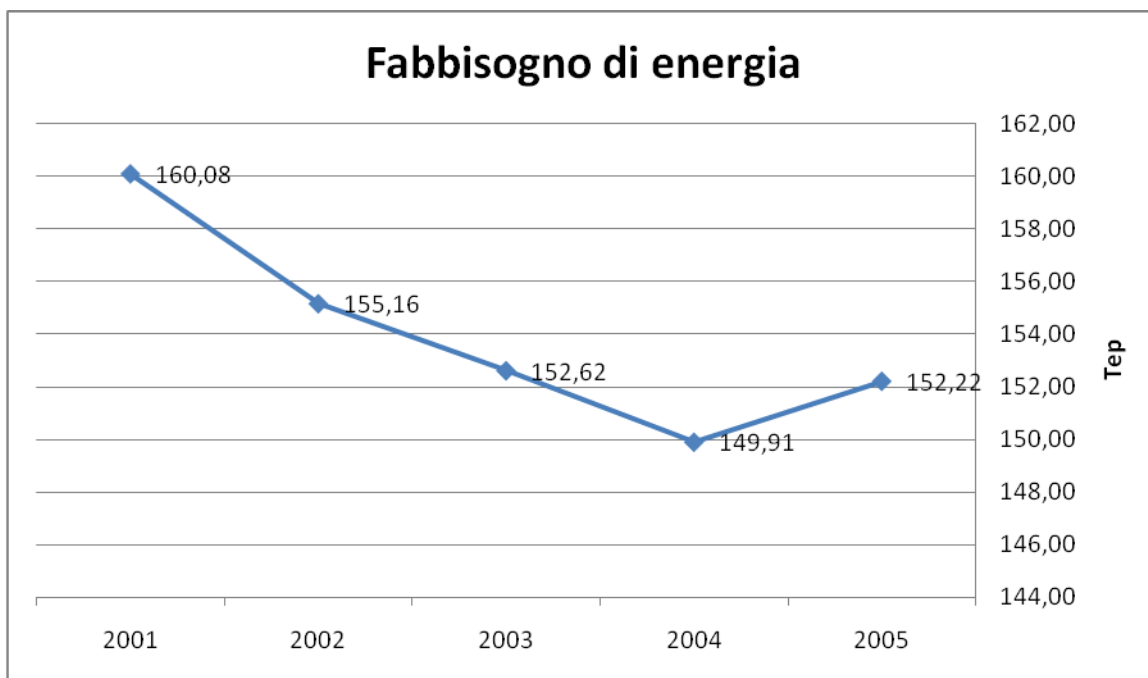


Figura 30 – Serie storica del fabbisogno di energia (approccio *top down*)

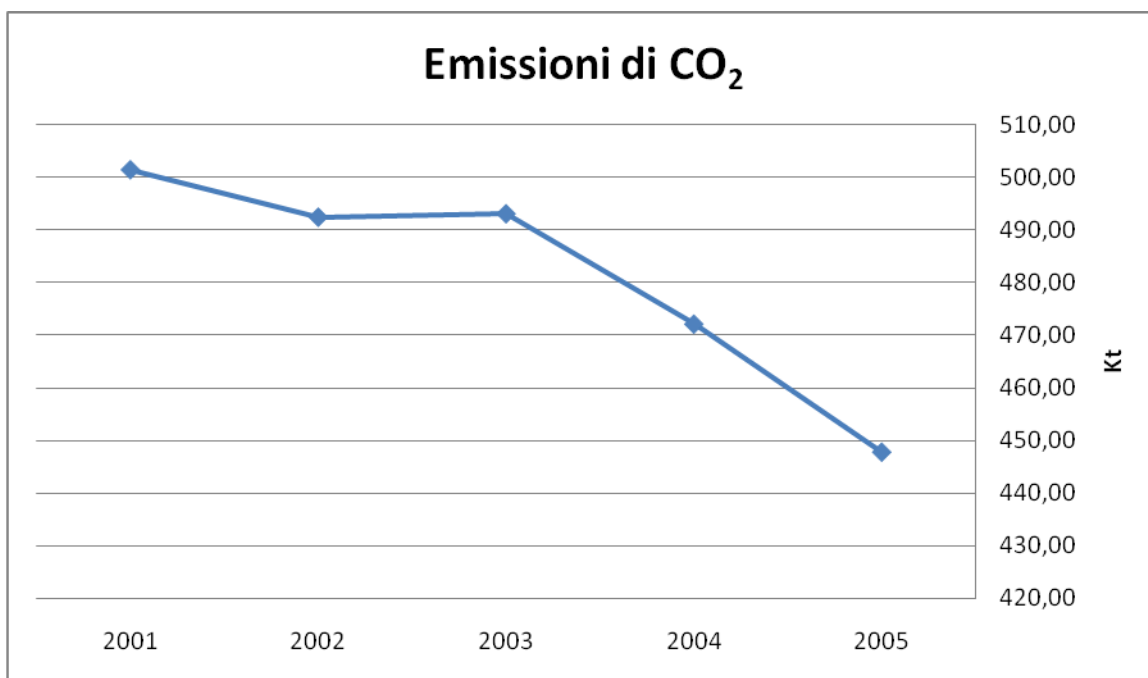


Figura 31 – Serie storica delle emissioni di CO<sub>2</sub> (approccio *top down*)

I risultati determinati con l'approccio *top down* per la domanda di energia e le emissioni di CO<sub>2</sub> hanno mostrato soddisfacenti correlazioni con i valori calcolati in precedenza mediante il metodo *bottom up*.

Analoghe elaborazioni sono state effettuate anche per la domanda di energia elettrica, con valutazioni specifiche anche riguardo i consumi settoriali. In questo caso i risultati si discostavano molto rispetto a quelli calcolati attraverso il censimento dei dati forniti dall'ENEL, in modo puntuale. Una spiegazione potrebbe essere ricondotta alle differenze esistenti tra il bilancio



dell'energia elettrica della Regione Campania, caratterizzato dalla presenza di un parco generativo elettrico, dalla autoproduzione e dalla presenza delle rinnovabili, e quello del Comune di Salerno. La totale assenza delle rinnovabili e del comparto produttivo, oltre ai consumi determinati dalla maggiore densità abitativa del territorio comunale, hanno creato pertanto delle forti divergenze nei risultati ottenuti con i due differenti approcci.

Infine, le serie storiche negli anni 2012-2020 sono state invece calcolate in relazione a quella che sarebbe la loro naturale evoluzione, in assenza quindi di una adeguata pianificazione delle azioni, e sono riportate con maggior dettaglio nel capitolo successivo, interamente dedicato alle previsioni.

### 3.8 Sintesi e confronto del quadro energetico del Comune di Salerno con altri bilanci Comunali

La ricostruzione del Bilancio energetico comunale e del relativo inventario delle emissioni climalteranti di CO<sub>2</sub>, sviluppato nel dettaglio dai precedenti paragrafi attraverso il censimento dei dati energetici disponibili, e confermato anche dall'approccio *top down*, ha evidenziato alcuni aspetti peculiari del territorio del Comune di Salerno.

Volendo riepilogare la situazione energetica generale, il Bilancio di sintesi e le relative serie storiche evidenziano che il fabbisogno di energia del Comune di Salerno continua ad essere soddisfatto esclusivamente dalle fonti fossili e cresce, sebbene con moderazione e diversamente nei vari settori di utilizzo finale. Nel quadro della crisi economica globale, gli effetti sono visibili soprattutto nel trend dei consumi del settore industriale, mentre l'intensità energetica del terziario aumenta. L'emancipazione dai combustibili tradizionali risulta un processo ancora limitato; gas naturale e prodotti petroliferi, infatti, continuano a rappresentare insieme il totale delle fonti utilizzate dal Comune. Giacché l'aliquota dell'energia elettrica presente nel bilancio si considera importata, anche per il mix energetico della generazione elettrica regionale, nonostante sia difficile attribuire la provenienza dell'energia primaria utilizzata direttamente per gli usi comunali, risulta ancora sbilanciato verso i combustibili fossili tradizionali. Si rileva, inoltre, che è pressoché nullo, al momento, il termine relativo alle fonti rinnovabili.

Questa situazione, tradotta in cifre dal bilancio energetico complessivo, mostra che i consumi di energia elettrica coprono quasi il 40% del fabbisogno richiesto; il metano pesa per più del 20% e tra i prodotti petroliferi, l'aliquota del gasolio è maggiore rispetto a quello della benzina, mentre il GPL contribuisce meno del 2%.

Tali risultati sono stati confermati dalla procedura *bottom up*, più affidabile essendo basata sul censimento dei fabbisogni energetici e delle emissioni, e dall'approccio deduttivo *top down*, costruito invece a partire dai dati regionali presentati dal PEAR.

Le fonti rinnovabili, considerato soprattutto il potenziale eolico e solare del Comune, si spera che possano aumentare all'interno del mix energetico utilizzato grazie a ritmi molto sostenuti di crescita, anche se nel breve-medio periodo il loro ruolo sarà relativamente marginale. Nel complesso, l'attuale situazione della Regione Campania non è delle migliori, per quanto riguarda il contributo legato alle energie rinnovabili, e in particolare al fotovoltaico, pur in un quadro nazionale in cui la fonte fotovoltaica continua a manifestare una significativa crescita. In Italia, l'incremento più significativo è stato registrato dal 2006 al 2007, presumibilmente a seguito della introduzione del "Nuovo Conto Energia". La crescita della fonte solare fotovoltaica è stata, infatti, piuttosto limitata in Campania, che si colloca al 14° posto a livello nazionale nella classifica delle regioni italiane delle installazioni nell'ambito del "Conto Energia", con circa 0.2 W per abitante, nonostante abbia potenzialità di gran lunga superiori alle regioni del nord. In tale contesto, la Provincia di Salerno si colloca appena sopra la media regionale, con 252 KW installati nell'ambito

del Conto Energia, corrispondenti a circa 0.23 W per abitante [7][8]. E' indicativo il fatto che per il Comune di Salerno questo dato, di incidenza trascurabile, non sia stato quantificato.

Il dato italiano è in controtendenza rispetto a quanto previsto per paesi come Germania e Spagna, che hanno rappresentato i due mercati chiave in Europa, per i quali è prevista una significativa decrescita riconducibile al cambiamento delle politiche di incentivo dopo il boom del 2008<sup>26</sup>. Secondo recenti studi [6], l'incremento medio annuo stimato in Italia per il periodo 2005-2010 sarà del 119%, con una crescita maggiore rispetto alla media europea, che è invece stimata attorno al 26% (indice CAGR). Di conseguenza, si spera che anche per il Comune di Salerno il bilancio energetico atteso nel medio - lungo periodo possa essere maggiormente caratterizzato dalla generazione da fonti rinnovabili.

L'analisi della domanda di elettricità, negli ultimi due anni, ha evidenziato un andamento in modesta crescita nel periodo, soprattutto per il calo dei consumi dell'industria, settore importante nell'ambito delle analisi energetiche settoriali. Nonostante la recessione economica, la crescita del fabbisogno di energia elettrica registrata negli ultimi due anni si è concentrata prevalentemente nel settore terziario, e legata in piccola parte anche all'aumento della domanda dei trasporti.

L'incremento percentuale della crescita, tuttavia, non eguaglia nel complesso i valori raggiunti durante gli ultimi anni, a causa anche del miglioramento nel complesso dell'efficienza energetica.

Dall'analisi del bilancio energetico delle emissioni della CO<sub>2</sub>, valutate nel 1990, 2005 e 2008, è emerso un fondamentale fattore critico riguardante l'aumento di concentrazione del gas serra in questione negli ultimi anni. Si ritiene che tale aumento delle emissioni, in particolare degli ultimi 5 anni, sia ascrivibile, oltre ai consumi del parco circolante, anche all'aumento nel complesso dei consumi energetici del settore terziario e civile.

A completare il quadro territoriale, va inoltre tenuto in conto il perdurante deficit energetico regionale e quello della provincia di Salerno in particolare, che costituiscono un ulteriore fattore di criticità e penalizzazione. La Campania importa buona parte dell'energia consumata, anche dalle regioni vicine come Puglia e Calabria, e la provincia di Salerno copriva fino a pochi anni fa con la sua produzione una percentuale dell'ordine del 7% dei propri consumi [9].

In considerazione del sempre crescente impiego dei combustibili fossili e della già complessa situazione energetica, sia regionale che nazionale, si pone adesso il problema della diversificazione delle fonti e della programmazione degli interventi da realizzare nel Comune di Salerno, per gestire la domanda e pianificare l'offerta. La pianificazione si basa sulla razionalizzazione della domanda di energia, ma non prescinde dagli elementi socio- economici e strutturali del territorio comunale e dalle criticità individuate nei singoli settori di uso finale, i cui consumi sono analizzati in modo approfondito nei prossimi capitoli.

---

<sup>26</sup> Va detto, peraltro, che Germania e Spagna presentano al momento una diffusione del fotovoltaico (e dell'eolico) molto maggiore rispetto all'Italia.

Il settore civile, in particolare, detiene grandi potenzialità di riduzione dei consumi e delle emissioni correlate, sebbene sia difficile controllare l'efficacia delle azioni. I trasporti rappresentano il settore più critico, anche per la difficoltà di intraprendere efficaci interventi di contenimento della domanda energetica e delle emissioni, evidenziando chiaramente questa ultima grande problematicità peculiare del settore. Tale criticità giustifica gli sforzi dell'Amministrazione verso interventi di natura radicale, quali l'adozione della Metropolitana, che dovrebbe avviarsi a breve. Anche per i consumi della Pubblica Amministrazione, degli edifici comunali e dell'illuminazione si possono ipotizzare importanti razionalizzazioni. Per questi e tanti altri motivi, grandi attese sono riposte nelle potenzialità delle azioni di politica energetica connesse alla promozione e allo sviluppo della programmazione delineata dal PEC.

A tal proposito, è interessante confrontare i risultati ottenuti per il comune di Salerno con quelli dei PEC per alcuni altri comuni italiani (Bologna e Foggia), e con quelli relativi al PEAR della regione Campania. Il dato del consumo energetico per settore (Tabella 33) vede nel caso di Salerno una prevalenza del settore Trasporti, che assume un valore maggiore rispetto agli altri comuni esaminati, ma è in linea con il dato regionale, che prevede una forte incidenza di tale settore.

Riguardo alla distribuzione per vettore (Tabella 34), si può notare come i consumi di metano siano nel caso di Salerno molto inferiori a quelli degli altri due comuni, ma in linea con il dato regionale. I consumi elettrici sono invece più elevati sia rispetto agli altri comuni che rispetto al dato regionale.

	Trasporti	Residenziale	Industria	Agricoltura	Terziario	Altro	
<b>Salerno</b>	40,92	21,99	19,33	0,61	16,82	0,34	100
	Trasporti	Residenziale	Ind.e agric.		Terziario		
<b>Bologna</b>	28	37	12		23		100
	Trasporti	Civile	Industria	Agricoltura			
<b>Foggia</b>	33	28	31	8			100
	Trasporti	Civile	Industria	Agric.e pesca			
<b>Campania</b>	45,6	26,2	25,1	3,1			100

Tabella 33 – Ripartizione dei consumi energetici per settore in alcuni Piani Energetici italiani

	Metano	En.elettrica	Gasolio	Benzina	GPL	Altro	
<b>Salerno</b>	21,92	38,25	23,65	14,43	1,75	0	100
	Metano	En.elettrica	Gasolio	Benzina	GPL	Altro	
<b>Bologna</b>	47	18	16	12	4	3	100
	Metano	En.elettrica	Prod.petroliiferi				
<b>Foggia</b>	42	20	38				100
	Metano	En.elettrica	Prod.petroliiferi	Rinnovabili	Solidi		
<b>Campania</b>	18,8	21,2	58,8	1,1	0,1		100

Tabella 34 - Ripartizione dei consumi energetici per vettore in alcuni Piani Energetici italiani

Nell'ambito della stesura del PEC di Salerno, è stato approfondito uno studio comparativo sulla struttura dei Piani Energetici di diversi comuni italiani (Ancona, Bologna, Foggia, Forlì, Modena, Piacenza, Udine, Venezia, Reggio Emilia, Modena, Brescia), per alcuni dei quali si riportano le impostazioni delle Schede D'Azione adottate, peculiari per ciascuno di essi<sup>27</sup>. I rispettivi Piani Energetici hanno mostrato come la situazione energetica relativa ad alcuni Comuni sia più virtuosa rispetto a quella del Comune di Salerno. I fattori determinanti riguardano il ricorso a una politica comunale 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

<sup>27</sup> L'elenco completo della sintesi delle Schede di Azione è riportato in Appendice A-IV – Analisi comparativa dei PEC.

teleriscaldare estesi settori della città, oltre alle buone pratiche, finalizzate all'uso razionale dell'energia, messe in opera dalla Pubblica Amministrazione e da alcune realtà locali, e alla promozione e sviluppo delle fonti rinnovabili.



### 3.9 Scenari energetici tendenziali al 2012 e al 2020

Un riferimento essenziale per la valutazione degli effetti di politiche di risparmio energetico e di ricorso alle rinnovabili è costituito dallo **scenario tendenziale**, da considerarsi come il quadro atteso in un futuro in cui i trend demografici ed economici attuali si mantengano stabili e non si abbiano innovazioni nella pianificazione territoriale.

Per la stima dello scenario tendenziale di riferimento per l'ambito comunale, si è fatto riferimento agli studi contenuti nel PEAR della Campania [10], che delineano due diversi scenari tendenziali, definiti rispettivamente come scenario di **bassa crescita** e di **alta crescita**. Per ognuno dei due scenari, è stato stimato il tasso medio annuo di variazione dei consumi disaggregati per vettore (Tabella 35). Si è quindi ipotizzato che i consumi per vettore energetico relativi al territorio comunale manifestino nel periodo considerato lo stesso tasso di variazione tendenziale valutato a livello regionale.

TIPOLOGIA DI FONTE	Consumo osservato (ktep)		Consumo previsto ipotesi bassa (ktep)		Consumo previsto ipotesi alta (ktep)		$\Delta$ % m.a. 2005-2020 (2)
	2005	2013	2020	$\Delta$ % m.a. 2005-2020 (1)	2013	2020	
Combustibili solidi	8	5	2	-8.8%	5	3	-6.4%
Combustibili liquidi	3.814	3.981	4.076	0.4%	4.096	4.281	0.8%
Combustibili gassosi	1.220	1.240	1.287	0.4%	1.274	1.360	0.7%
Rinnovabili	69	92	128	4.2%	98	176	6.4%
Energia elettrica	1.377	1.531	1.761	1.7%	1.539	1.813	1.8%
<b>TOTALE</b>	<b>6.488</b>	<b>6.849</b>	<b>7.255</b>	<b>0.7%</b>	<b>7.012</b>	<b>7.633</b>	<b>1.1%</b>

Tabella 35 – Scenari tendenziali per la regione Campania. Previsione dei consumi di energia finale distinti per vettore (Fonte PEAR Campania).

Poiché gli scenari tendenziali regionali furono valutati in periodo antecedente la crisi economica, e considerata l'attuale mancanza di scenari più aggiornati a livello regionale, si è tenuto conto degli effetti della crisi riducendo le emissioni di CO<sub>2</sub> ed i consumi energetici conformemente ai fattori desunti dall'analisi effettuata da ENEA nell'ultimo rapporto sull'energia e l'ambiente [131], secondo i dati riportati in Tabella 2.

Si può constatare come, pur considerando gli effetti di riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di CO<sub>2</sub> indotti dalla crisi economica, gli scenari tendenziali non consentirebbero di rispettare né gli obiettivi di Kyoto (riduzione del 6.5% al 2012 rispetto al 1990) né quelli comunitari (riduzione al 2020 del 13% rispetto all'anno 2005). Infatti, per il 2012 si prevede una crescita delle emissioni variabile tra il 5 ed il 7% rispetto al 1990, rispettivamente per lo scenario di bassa ed alta

crescita economica. Per il 2020, invece, si prevede per lo scenario di bassa crescita una leggera riduzione di emissioni (circa 3,5%), molto inferiore rispetto al 13% prescritto, mentre per lo scenario di alta crescita si prevede una sostanziale parità di emissioni rispetto al 1990. Si conferma pertanto, com'era largamente atteso, la **necessità di ricorrere ad azioni tese al risparmio energetico ed alla produzione di energia da fonti rinnovabili.**

	2012				2012			
	Ipotesi bassa crescita				Ipotesi alta crescita			
	% Consumo risp.a 2005	Cons. (kWh)	Fatt.emiss. (KgCO2/kWh)	CO2 (t)	% Consumo risp.a 2005	Cons. (kWh)	Fatt.emiss. (KgCO2/kWh)	CO2 (t)
Energia Elettrica	1,130	685.864.149	0,442	<b>303.152</b>	1,148	696.559.199	0,442	<b>307.879</b>
Metano	1,026	450.537.724	0,185	<b>83.231</b>	1,054	462.803.949	0,185	<b>85.497</b>
Gasolio	1,032	420.695.221	0,279	<b>117.282</b>	1,057	430.919.760	0,279	<b>120.132</b>
GPL	1,032	33.684.667	0,238	<b>8.012</b>	1,057	34.503.336	0,238	<b>8.207</b>
Benzina	1,032	256.737.888	0,277	<b>71.055</b>	1,057	262.977.622	0,277	<b>72.782</b>
Tot.sc.tendenz.		<b>1.847.519.649</b>		<b>582.731</b>		<b>1.887.763.866</b>		<b>594.497</b>
Fatt.riduz.crisi		0,932		0,932		0,932		0,932
<b>Totale</b>		<b>1.721.888.313</b>		<b>543.106</b>		<b>1.759.395.923</b>		<b>554.071</b>
% risp.2008		94,42		<b>91,33</b>		96,48		<b>93,17</b>
% risp.2005		99,23		<b>96,31</b>		101,39		<b>98,25</b>
% risp.1990		120,80		<b>105,44</b>		123,44		<b>107,57</b>

Tabella 36 – Scenari tendenziali a breve termine (2012)

	2020				2020			
	Ipotesi bassa crescita				Ipotesi alta crescita			
	% Consumo risp.a 2005	Cons. (kWh)	Fatt.emiss. (KgCO2/kWh)	CO2 (t)	% Consumo risp.a 2005	Cons. (kWh)	Fatt.emiss. (KgCO2/kWh)	CO2 (t)
Energia Elettrica	1,279	776.125.669	0,411	<b>318.988</b>	1,317	799.043.633	0,411	<b>328.407</b>
Metano	1,055	463.404.058	0,185	<b>85.608</b>	1,115	489.688.826	0,185	<b>90.464</b>
Gasolio	1,069	435.629.460	0,279	<b>121.445</b>	1,122	457.539.185	0,279	<b>127.553</b>
GPL	1,069	34.880.437	0,238	<b>8.296</b>	1,122	36.634.728	0,238	<b>8.714</b>
Benzina	1,069	265.851.813	0,277	<b>73.577</b>	1,122	279.222.672	0,277	<b>77.278</b>
Tot.sc.tendenz.		<b>1.975.891.437</b>		<b>607.914</b>		<b>2.062.129.044</b>		<b>632.415</b>
Fatt.riduz.crisi		0,896		0,896		0,896		0,896
<b>Totale</b>		<b>1.770.398.728</b>		<b>544.691</b>		<b>1.847.667.624</b>		<b>566.644</b>
% risp.2008		<b>97,08</b>		<b>91,59</b>		<b>101,32</b>		<b>95,29</b>
% risp.2005		<b>102,03</b>		<b>96,59</b>		<b>106,48</b>		<b>100,48</b>
% risp.1990		<b>124,21</b>		<b>105,75</b>		<b>129,63</b>		<b>110,01</b>

Tabella 37 – Scenari tendenziali a lungo termine (2020)





## **4 Analisi degli edifici di proprietà comunale**

---

Nell'ambito del PEC, particolare attenzione è destinata all'analisi dei consumi energetici per gli edifici e per le strutture gestite dall'ente Comune. A tal fine, sono stati acquisiti, tramite l'Energy Manager del Comune di Salerno, i dati storici relativi ai consumi di metano e di energia elettrica per gli edifici di proprietà comunale.

I dati, organizzati in fogli di calcolo per anno, riportano i consumi di metano, ed i relativi costi, a partire dal 2002 e su base bimestrale per le utenze comunali, suddivise nelle seguenti categorie: IMPIANTI SPORTIVI, PALAZZO DI CITTA, UFFICI COMUNALI, SCUOLE MATERNE, SCUOLE ELEMENTARI, SCUOLE MEDIE, UFFICI GIUDIZIARI.

## 4.1 Consumi di metano

I consumi di gas naturale per le strutture comunali mostrano una notevole variabilità, con una crescita negli anni dai 456.000 mc/anno del 2002 ai 774.000 mc/anno del 2005, ed un successivo decremento fino ai 568.000 mc/anno del 2007 (Figura 32). Il maggior contributo ai consumi è legato agli impianti sportivi, che incidono per una percentuale notevole e che, dopo aver raggiunto il 54% nel 2004, mostra una riduzione costante, fino al 41% circa del 2007 (Figura 33). Il 20% circa dei consumi è attribuibile alle Scuole Elementari, mentre le Scuole Medie evidenziano un trend di crescita quasi lineare, dall'8% circa del 2002 al 16% circa del 2007. Le Scuole Materne mostrano un andamento anomalo, con una brusca discesa dal 18% del 2002 fino ad un valore pari a circa il 6%. Il Palazzo di Città incide per una percentuale oscillante attorno al 5% (tra il 3.4% ed il 7.2%), gli Uffici Comunali ne assorbono una aliquota di poco superiore, mentre gli Uffici Giudiziari incidono per una quota pari a circa il 2%.

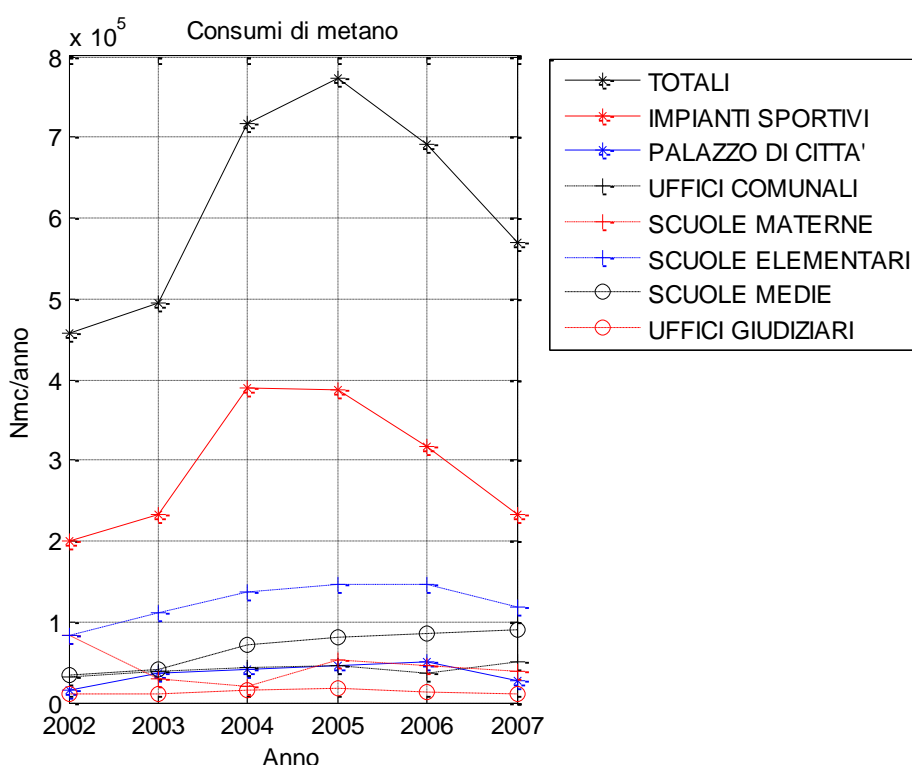


Figura 32 – Consumi di metano per gli edifici di proprietà comunale (valori assoluti)

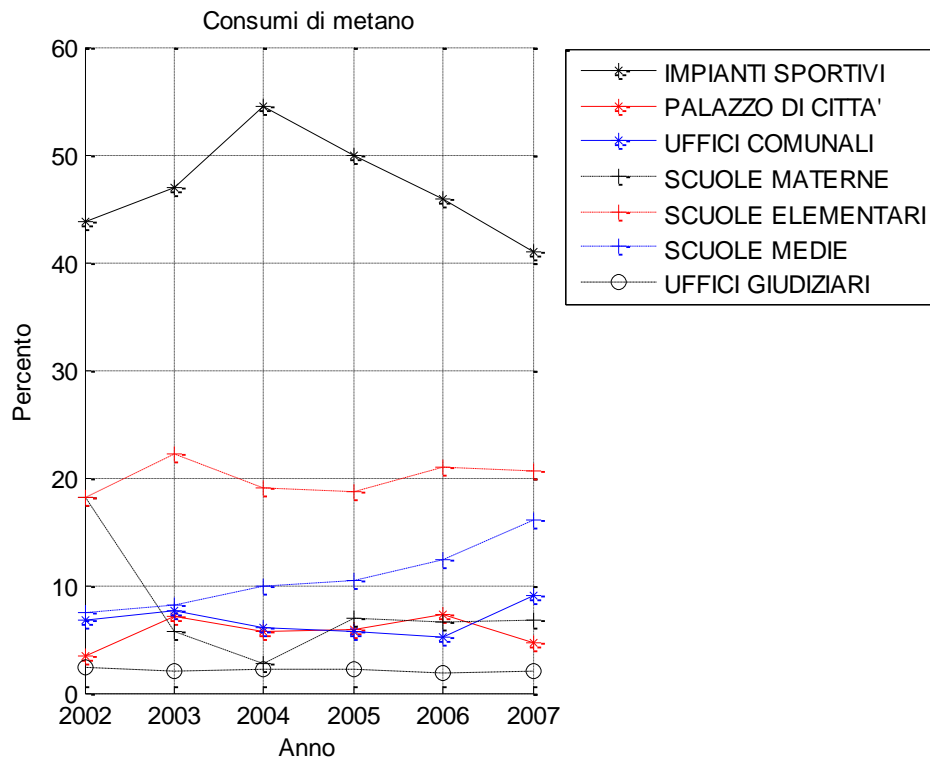


Figura 33 – Consumi di metano per gli edifici di proprietà comunale (ripartizione percentuale)

E' stata effettuata un'analisi dei trend temporali ricorrendo a tecniche di regressione polinomiale in una variabile. In particolare, sono state utilizzate le funzioni 'polyfit' [62] e 'polyval' [63] di Matlab, che consentono, oltre a tracciare l'andamento ottimale ottenuto con tecnica dei minimi quadrati corrispondente ad una forma polinomiale in una variabile, anche il tracciamento dei limiti della regione di confidenza. Si riportano i risultati ottenuti utilizzando polinomi di grado dal primo a terzo, indicando con linea tratteggiata l'ampiezza della regione di confidenza al 50%.

Si può notare come, in generale, l'ampiezza della regione di confidenza tenda ad aumentare al crescere dell'anno di previsione. La previsione, quindi, diventa progressivamente più incerta al crescere dell'orizzonte temporale.

I risultati mostrano come il modello del primo ordine (Figura 34) appaia inadeguato a descrivere la dinamica dei consumi annui, mentre i modelli del secondo (Figura 35) e, soprattutto, del terzo ordine (Figura 36) riproducano i dati storici con una precisione maggiore. Si può però notare come, al crescere del grado, la previsione dei consumi futuri diventi più incerta e comunque poco realistica, in particolare per il modello del terzo ordine, la cui regione di confidenza arriva a contenere consumi negativi per il 2009. E' d'altra parte noto come, al crescere del grado della funzione approssimante, si verifichi un miglioramento della precisione del modello ma nello stesso tempo una maggiore incertezza della stima, misurata dall'ampiezza della relativa regione di confidenza.

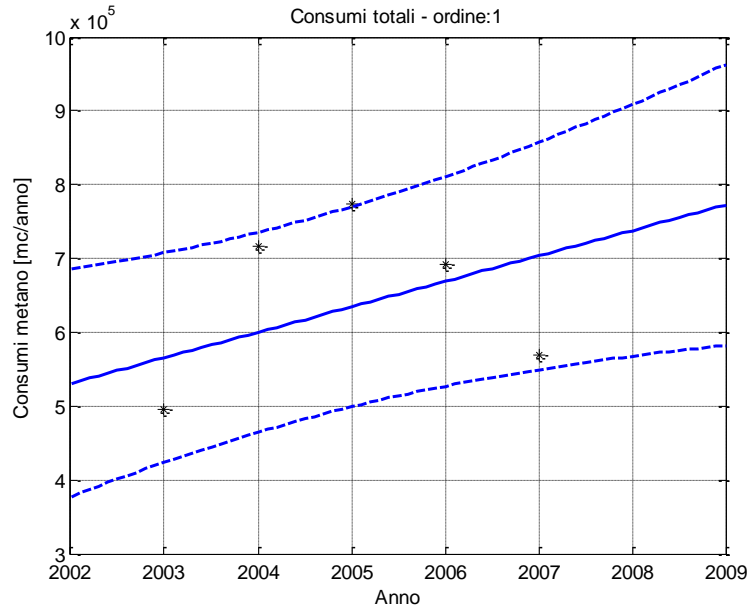


Figura 34 – Consumi totali di metano. Analisi dei trend temporali (Modello del primo ordine)

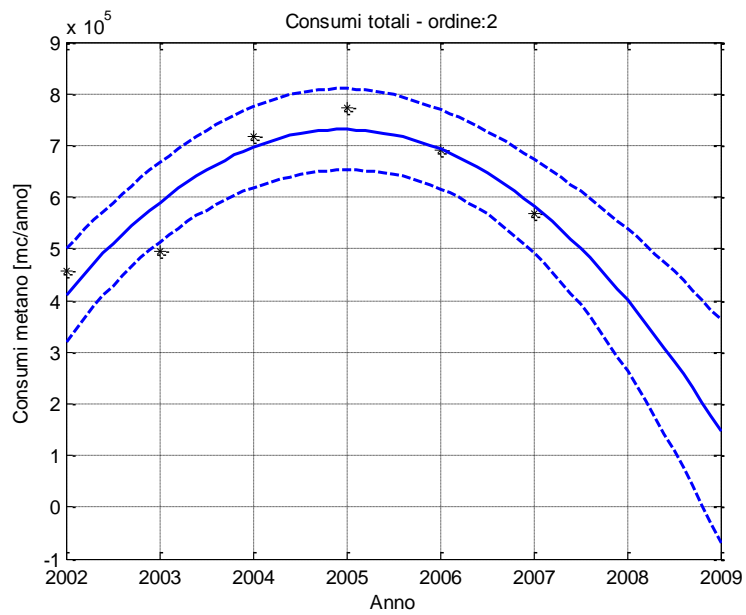


Figura 35 – Consumi totali di metano. Analisi dei trend temporali (Modello del secondo ordine)

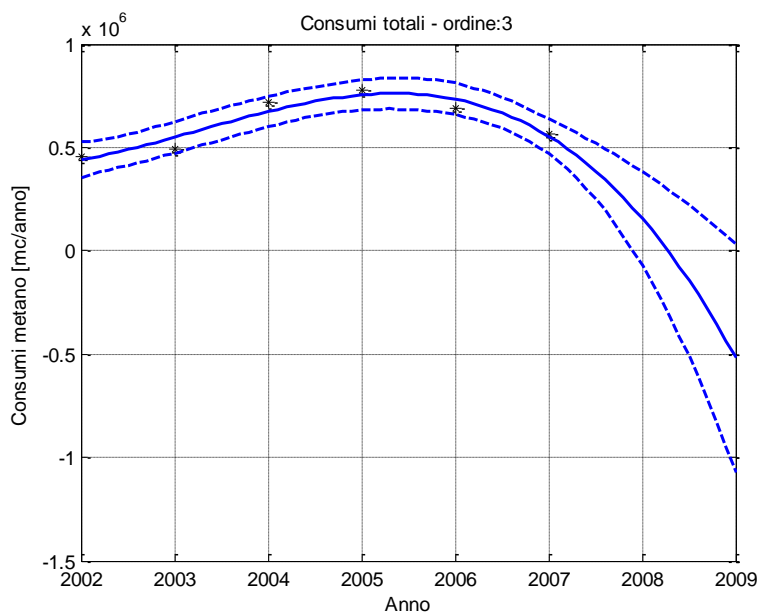


Figura 36 – Consumi totali di metano. Analisi dei trend temporali (Modello del terzo ordine)

Un'analisi basata sui soli consumi annui non è sufficiente per sviluppare delle previsioni attendibili. L'analisi dei dati forniti ha mostrato, in particolare, come il numero delle utenze servite per ciascuna tipologia non sia costante nel periodo 2002-2007, ma sia andato crescendo. E' poi plausibile che i consumi di metano, almeno per l'aliquota utilizzata per il riscaldamento, possano dipendere dalle temperature esterne registrate nel corso degli anni.

Nei paragrafi successivi si analizzano in maggior dettaglio questi due aspetti, per poter sviluppare un modello da utilizzare in fase previsionale.

#### 4.1.1 Calcolo dei gradi-giorno

E' stata effettuata l'analisi di dati storici di temperatura misurati nel territorio comunale (stazione meteorologica sita presso il nuovo cementificio, in località Sardone) per il periodo 2003-2007, anni per i quali sono disponibili misure che coprono l'arco dell'intero anno, con frequenza oraria. L'esame dei dati misurati (dati di base) evidenzia la presenza di alcuni periodi privi di dati (in particolare, nel 2007) e la presenza di alcuni probabili "outliers", ovvero dati anomali ascrivibili a malfunzionamento del sistema di misura o di registrazione.

Si è quindi effettuata un'analisi sulle differenze orarie di temperatura, che ha permesso di isolare i dati anomali, in quanto caratterizzati da valori delle differenze orarie superiori a 5 gradi (Figura 37, secondo grafico). Una successiva analisi ha consentito di filtrare questi dati anomali, sostituendoli con stime ottenute tramite tecniche di interpolazione (punti indicati in rosso nel diagramma in basso).

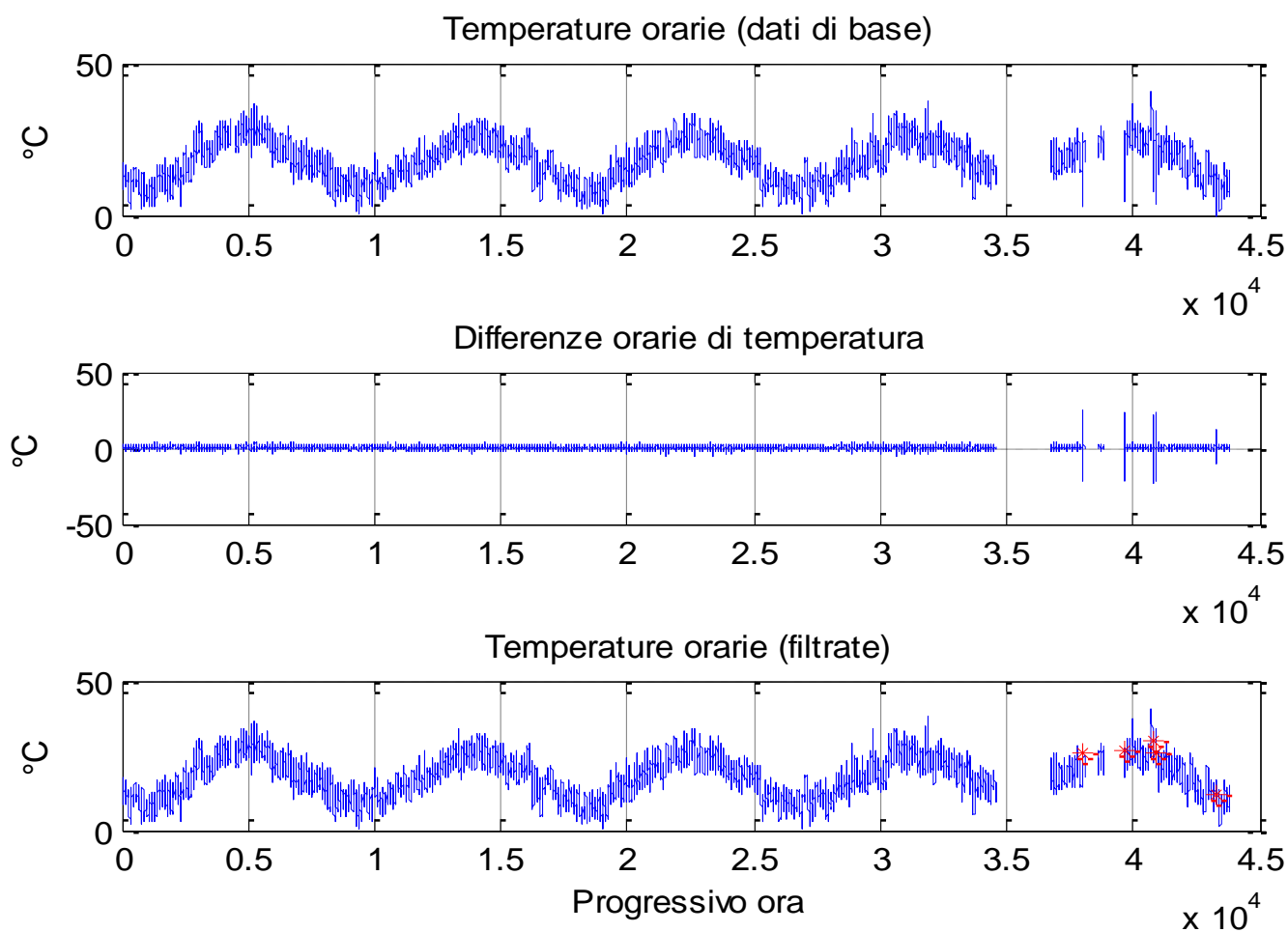


Figura 37 – Valori sperimentali di temperatura, differenze orarie e valori filtrati

Successivamente, si è provveduto a stimare i dati mancanti. A tale fine sono stati calcolati i valori medi  $t_m$  della temperatura in funzione di mese, giorno e ora per i quattro anni, e le variazioni medie di temperatura  $\Delta t$  per i quattro anni. I dati mancanti sono quindi stati stimati a partire da queste grandezze, con la seguente formula:

Equazione 1 
$$t(\text{anno}, \text{mese}, \text{giorno}, \text{ora}) = t_m(\text{mese}, \text{giorno}, \text{ora}) + \Delta t(\text{anno})$$

I risultati sono presentati nella Figura 38.

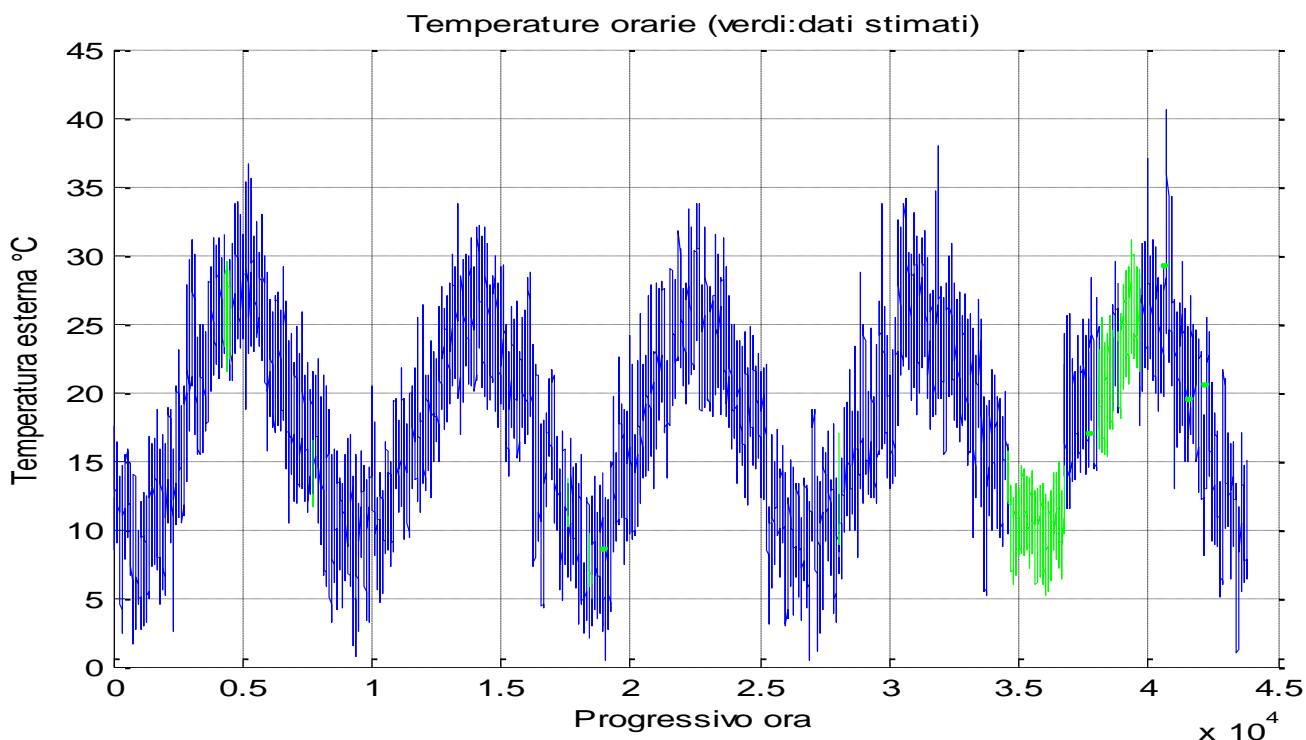


Figura 38 – Temperature orarie complete di dati stimati

Sono state quindi calcolate le temperature medie giornaliere per i quattro anni considerati (Figura 39), ed i Gradi-Giorno (Figura 40), valutati come la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura convenzionale, fissata a 20 °C, e la temperatura media esterna giornaliera. I risultati sono riepilogati in Tabella 38.

Anno	2003	2004	2005	2006	2007
Gradi giorno	1.463	1.436	1.628	1.490	1.340
Temperatura media [°C]	18,03	17,50	17,10	17,92	19,22
% Dati stimati	2,19	0,00	0,56	5,99	34,69

Tabella 38 – Calcolo delle temperature medie e dei gradi giorno

Si può notare come il 2005 sia stato l'anno più freddo, mentre il 2007 quello più caldo. Si può ancora osservare come, mentre gli anni 2003-2006 presentano valori che ricadono nell'ambito della fascia D, per il 2007 si è misurato un valore inferiore a 1400, e quindi appartenente alla fascia C (Tabella 39). I dati dell'anno 2007, comunque, sono affetti da una maggiore incertezza, per la presenza più elevata di dati stimati.



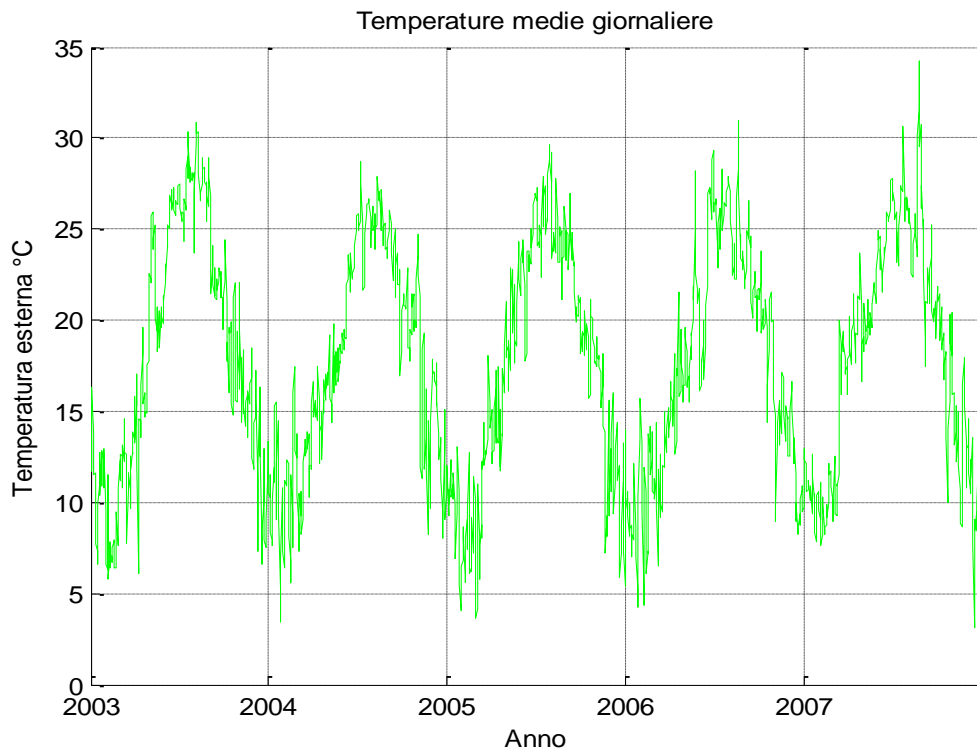


Figura 39 – Temperature medie giornaliere per il periodo 2003-2007

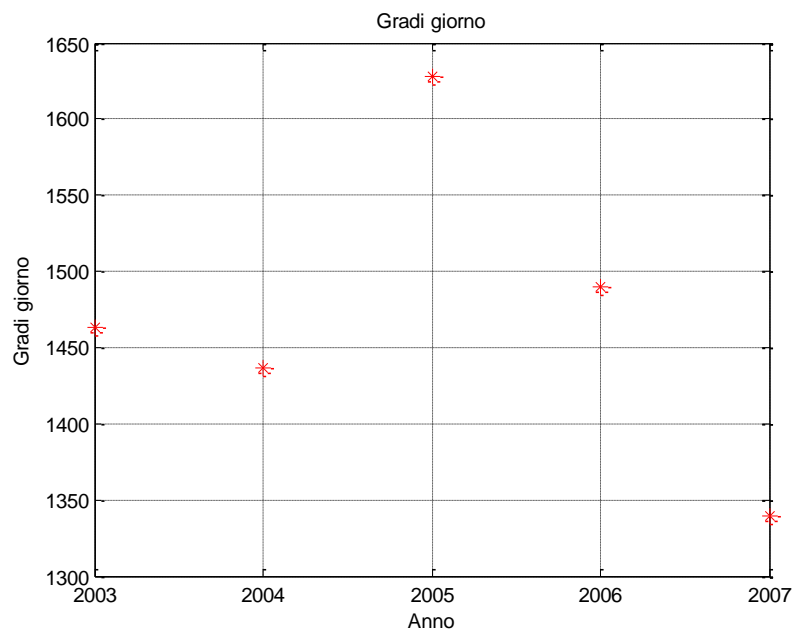


Figura 40 – Gradi giorno calcolati nel periodo 2003-2007

E' stata quindi esaminata la dipendenza tra consumi di metano annuali, per le diverse categorie, ed i gradi-giorno, calcolando anche i relativi coefficienti di correlazione (1: massima correlazione, 0: assenza di correlazione, -1: correlazione inversa), riportati nell'istogramma in Figura 44 per il totale dei consumi e per le diverse categorie di utenza.

I consumi totali mostrano un discreto grado di correlazione con i gradi-giorno (Figura 41), con un coefficiente di correlazione superiore a 0.6. Un simile grado di correlazione è rilevato per tutte le

tipologie, ad eccezione degli Uffici Comunali (Figura 43) e delle Scuole Medie, che manifestano un'assenza di correlazione, con valori dei coefficienti nulli o negativi, mentre i consumi del Palazzo di Città presentano una correlazione piuttosto marcata con i gradi-giorno (Figura 42), con un coefficiente di correlazione pari a circa 0.75 (Figura 44).

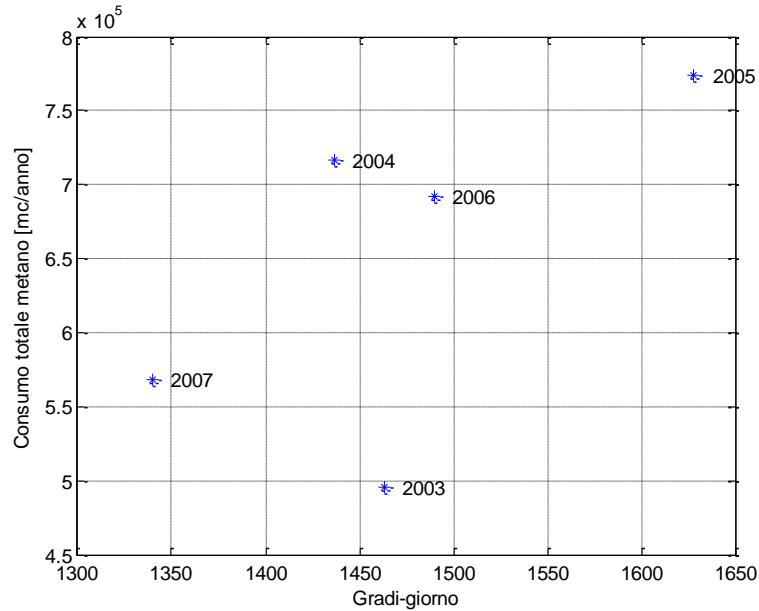


Figura 41 – Consumi di metano (totali) vs gradi-giorno

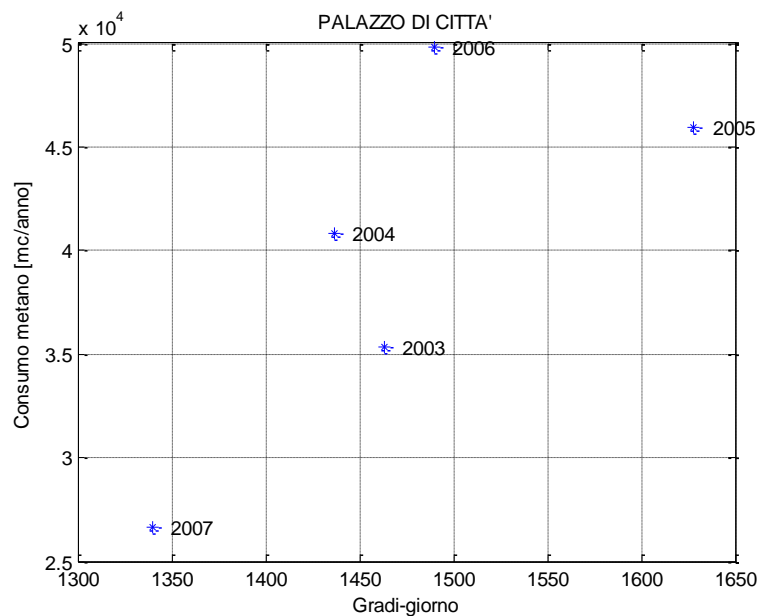


Figura 42 – Consumi di metano (palazzo di città) vs gradi-giorno

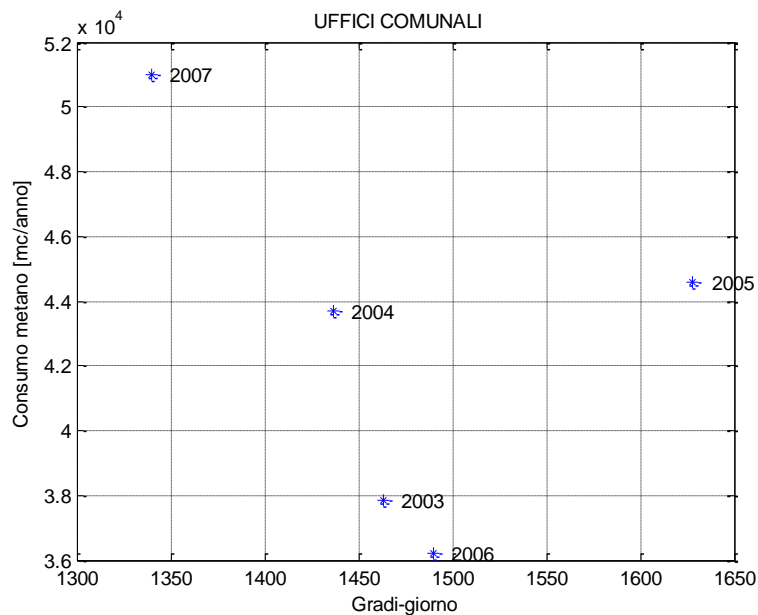


Figura 43 – Consumi di metano (uffici comunali) vs gradi-giorno

<b>fascia A</b>	< 600 GG; ore 6 giornaliere dal 1° dicembre al 15 marzo
<b>fascia B</b>	tra 601 e 900 GG; ore 8 giornaliere dal 1° dicembre al 31 marzo
<b>fascia C</b>	tra 901 e 1400 GG; ore 10 giornaliere dal 15 novembre al 31 marzo
<b>fascia D</b>	tra 1401 e 2100 GG; ore 12 giornaliere dal 1° novembre al 15 aprile
<b>fascia E</b>	tra 2101 e 3000 GG; ore 14 giornaliere dal 15 ottobre al 15 aprile
<b>fascia F</b>	> 3000 GG; nessuna limitazione (tra le ore 5 e le ore 23 di ciascun giorno)

Tabella 39 – Fasce di funzionamento degli impianti di riscaldamento

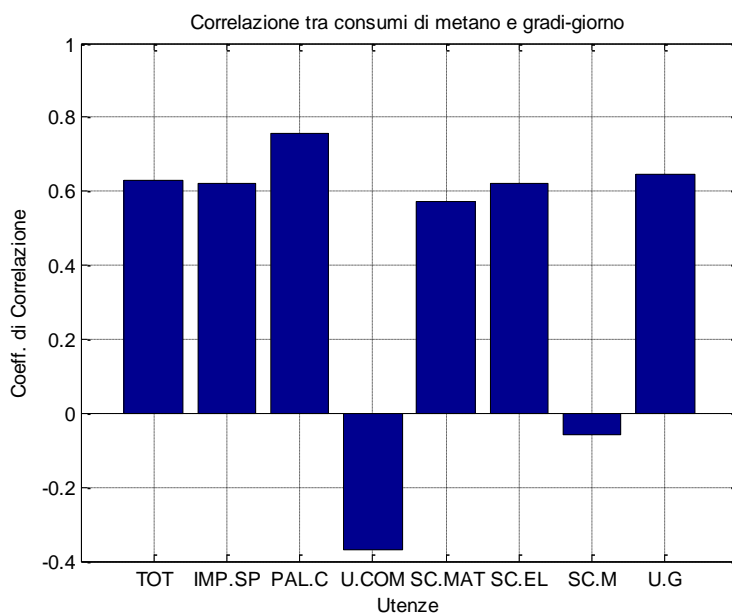


Figura 44 – Coefficienti di correlazione tra consumi di metano e gradi-giorno

#### 4.1.2 Analisi dei consumi di metano per le scuole

Un'analisi più dettagliata è stata condotta sui consumi di metano per gli edifici scolastici gestiti dal Comune di Salerno, costituiti da scuole materne, elementari e medie, e da alcuni edifici scolastici misti. Per l'anno 2008, il numero di edifici censiti è pari a 55 (Tabella 40). Per 39 di essi, pari al 71% , sono anche disponibili le volumetrie e le potenzialità degli impianti termici. La distribuzione delle volumetrie per le diverse tipologie di scuola è presentata nella Figura 45.

Materne	16
Elementari	27
Medie	12
Totale	55
Scuole con volumetria	39
% su totale	70,91

Tabella 40 – Tabella riepilogativa su scuole censite

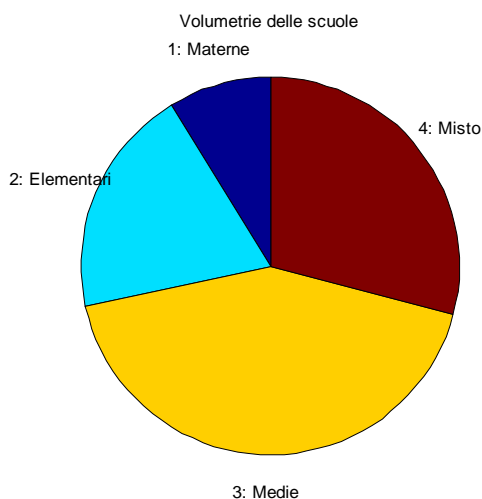


Figura 45 – Volumetrie delle scuole analizzate per tipologia

Per gli edifici scolastici di cui sono disponibili le volumetrie sono stati valutati i consumi energetici annui, in kWh/anno, ed i consumi unitari, espressi in kWh/anno/m<sup>3</sup>. Sono stati inoltre calcolati i consumi unitari in Wh/anno/m<sup>3</sup>/GG, per tener conto degli effetti della temperatura media annua, espressa in Gradi Giorno. I valori dei Gradi Giorno sono stati calcolati a partire dalle temperature misurate, per gli anni 2003-2007 (Figura 40). La Tabella 41 presenta i valori annui relativi al periodo 2002-2007.

Consumi scuole comunali	2002	2003	2004	2005	2006	2007	CV
Volumi serviti [mc]	135.106	129.876	135.106	221.656	234.422	260.572	0,32
Consumi metano [kWh/anno]	814.781	994.632	1.193.344	2.163.496	2.229.150	1.960.224	0,40
Consumi unitari [kWh/anno/mc]	6,03	7,66	8,83	9,76	9,51	7,52	0,17
Gradi giorno		1.463	1.436	1.628	1.490	1.340	0,07
Consumi unitari [Wh/anno/mc/GG]		5,23	6,15	6,00	6,38	5,62	0,08

Tabella 41 – Consumi di metano per le scuole

L'ultima colonna (CV) presenta il coefficiente di variazione lungo gli anni, calcolato come rapporto tra la deviazione standard e la media  $\mu$  [83]. Per un campione di  $n$  valori, il coefficiente di variazione è esprimibile dalla seguente espressione:

Equazione 2

$$CV = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i}{|\mu|} - 1 \right)^2}$$

L'esame di questo valore permette di osservare come la dispersione osservabile nei consumi assoluti (CV=0.40) si riduca sensibilmente tenendo conto dell'incremento dei volumi serviti (CV=0.17) e della variabilità delle temperature annue (CV=0.08). Si può dedurre che l'incremento della volumetria e gli andamenti delle temperature sono delle variabili in grado di spiegare, almeno in parte, la variabilità dei consumi energetici, ed utili a formulare delle previsioni. Gli andamenti nel corso del periodo osservato sono riportati graficamente nelle figure successive, dove sono tracciati anche gli andamenti temporali delle variabili, calcolati con regressione polinomiale del secondo ordine ed estrapolati al 2009. Nelle figure inoltre sono tracciati con linea tratteggiata i limiti delle regioni di confidenza, la cui ampiezza fornisce una misura dell'attendibilità di previsione. Si può notare come per i consumi energetici (Figura 47) si possa prevedere un andamento stabile, con una leggera tendenza al decremento per il 2009. Tale andamento risulta dalla combinazione di una crescita dei volumi serviti (Figura 46) e di una parallela tendenza alla riduzione dei consumi unitari (Figura 48), anche se depurati dall'effetto della variabilità delle temperature annue (Figura 49).

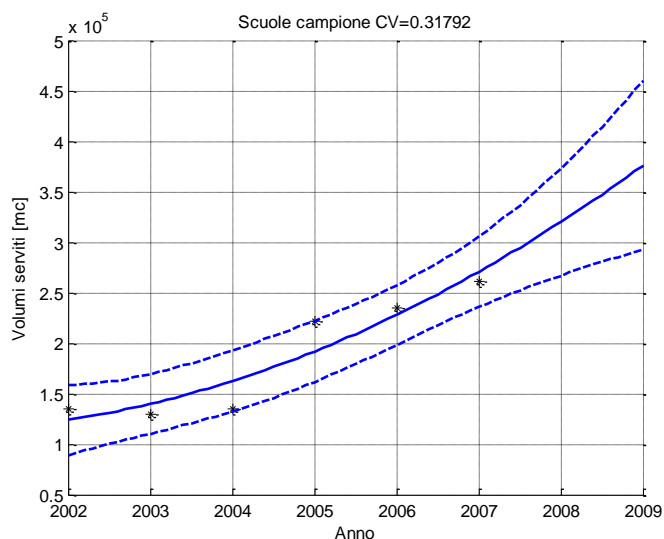


Figura 46 – Andamento dei volumi serviti per le scuole campione

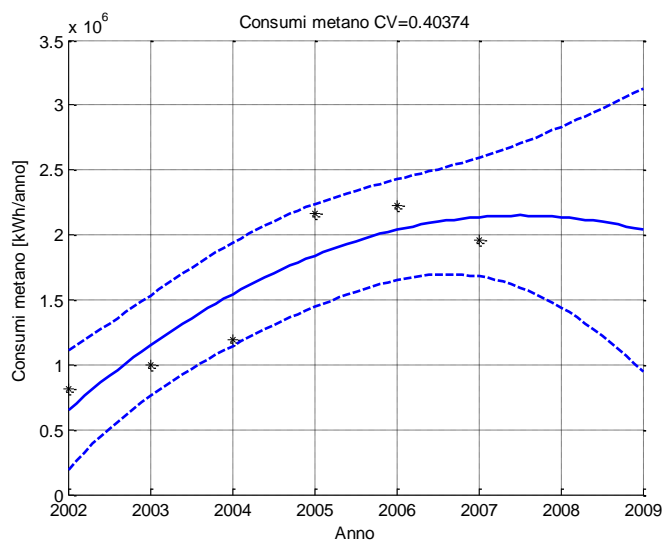


Figura 47 – Consumi di metano per le scuole campione

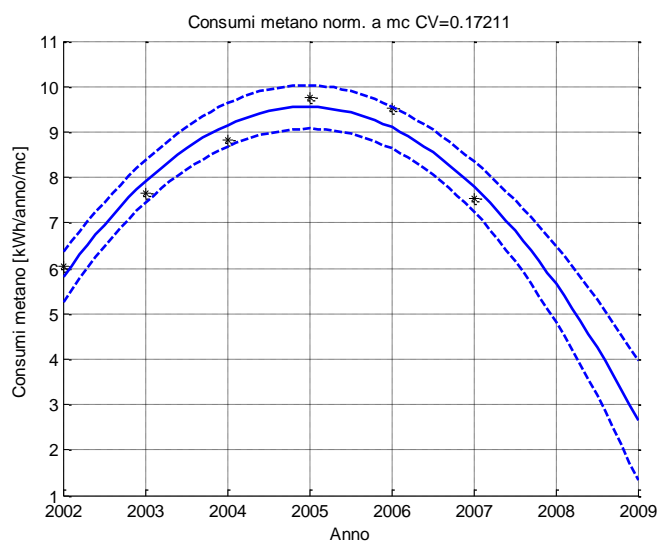


Figura 48 - Consumi di metano per unità di volume per le scuole campione

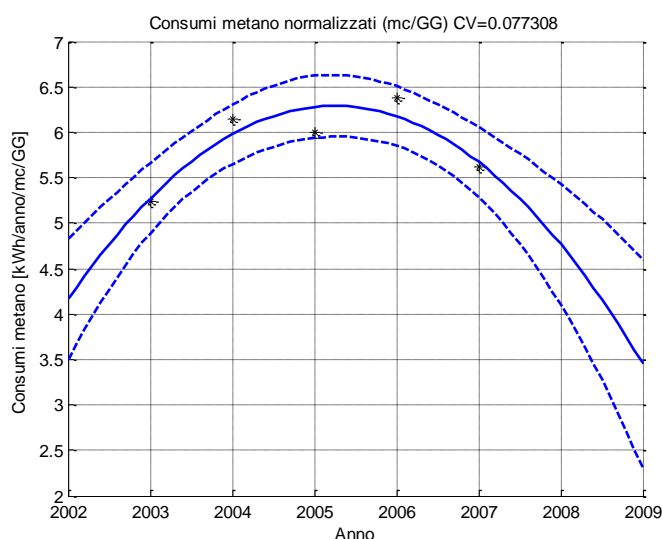


Figura 49 - Consumi di metano per unità di volume e gradi-giorno per le scuole campione  
Si riportano di seguito le classi di qualità definite nell'ambito della Metodologia FIRE-ENEA.

Tipologia di scuola	3 – Buono	2 - Sufficiente	1 - Insufficiente
Scuola materna	Minore di 18,5	Da 18,5 a 23,5	Maggiore di 23,5
Scuola elementare	Minore di 11,0	Da 11,0 a 17,5	Maggiore di 17,5
Scuole medie	Minore di 11,5	Da 11,5 a 15,5	Maggiore di 15,5

Tabella 42 – Classi di qualità per le scuole (consumi in Wh/mc/GG/anno; su dati ENEA e FIRE)

La Tabella 43 riporta i consumi unitari delle scuole per le quali sono disponibili dati di consumo e volumetria. A partire dalla distribuzione dei valori annuali, ne è stato calcolato il valor medio. Per evitare di distorcere tale valore con dati anomali o incompleti (in alcuni casi i dati del 2002 non erano calcolati per l'intero anno, ma soltanto per alcuni mesi), sono stati esclusi dal calcolo del valor medio i dati inferiori al 30% della media dell'intero campione per la scuola in esame. I valori medi così filtrati sono stati confrontati con i limiti delle classi di qualità riportate in Tabella 42. L'indice di qualità risultante (variabile da 1 a 3) è stato quindi riportato nella colonna finale.

Si può osservare come la grande maggioranza degli edifici presenti valori di consumi unitari corrispondenti alla classe di qualità "3-Buono", salvo due scuole materne (Monticelli ed Ogliara, segnalate in grigio chiaro), i cui consumi ricadono nella fascia "2-Sufficiente". Due scuole (Medaglie d'Oro e Giovi Casa Polla) non risultano classificabili (I.Q.= -1), in quanto i consumi energetici sono stati computati a partire dal 2008. Si può osservare infine un anomalo valore negativo per la scuola Produttività Sorriso, che sarà oggetto di approfondimenti. Anche in termini di volumetrie servite, la stragrande maggioranza degli edifici scolastici ricade nella categoria "Buono" (Figura 50). Anche per le scuole materne, dove sono concentrati gli unici casi di classificazione "Sufficiente", circa l'80% delle volumetrie interessate possono essere classificate nella categoria "Buono" (Figura 51).

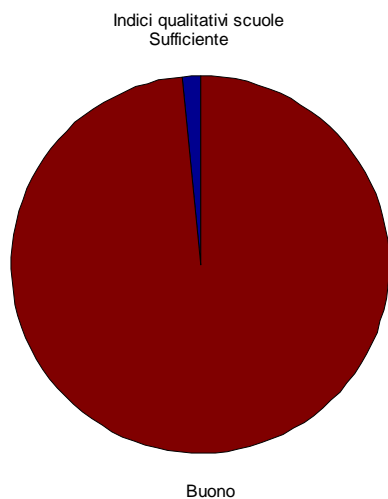


Figura 50 – Indici qualitativi e relative volumetrie – Tutte le tipologie

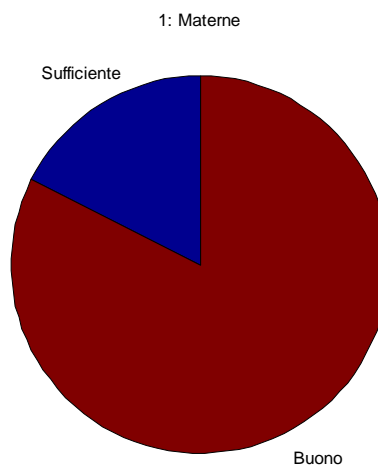


Figura 51 – Indici qualitativi e relative volumetrie – Scuole materne



Consumi di metano strutture comunali (kWh/mc/anno)	Indice	Volume								
Denominazione	[/]	[mc]	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Media	IQ 1-3
SC.ELEM.E MAT.MEDAGLIE D'ORO	1006	16200	0	0	0	0	0	0	0	-1
SC.ELEM.MAT.E MEDIA O.CONTI	66	12050	5,87	6,94	6,47	6,44	6,86	6,41	6,50	3
SC.ELEM. E MAT. C. A. ALEMAGNA	77	15000	1,90	1,90	2,76	2,68	2,61	1,40	2,21	3
SC.ELEM. E MAT. G.VICINANZA	75	16700	2,46	2,75	5,62	5,29	6,54	3,92	4,43	3
SC.ELEM. E MAT. MARICONDA	93	5050	6,64	7,45	6,93	2,58	9,21	4,92	6,29	3
SC.ELEM.E MAT.PRODUTTIVITA' SORRISO	34,2	3410	0,00	0,87	17,34	0,51	0,61	0,67	0,53	3
SC.ELEM. E MAT. N.ABBAGNANO	40	4800	0,00	0,00	0,00	10,41	5,91	7,54	7,96	3
SC.ELEM. E MAT. G.RODARI	36	5050	0,00	0,00	0,00	6,69	5,85	5,33	5,96	3
SC.ELEM. E MAT. MAZZETTI	55	3940	0,00	0,00	0,00	11,14	7,43	4,54	7,70	3
SC. MAT. MARICONDA	117	1560	8,68	6,95	8,04	7,55	5,66	7,66	7,42	3
SC. MAT. MONTICELLI	57	2250	0,00	0,00	0,00	12,72	30,55	20,69	21,32	2
SC. MAT. SARAGAT	96	3530	1,22	1,24	1,67	1,60	1,51	1,35	1,43	3
SC. MAT. TORRIONE BASSO	120	2450	5,84	7,12	8,34	6,87	6,87	6,23	6,88	3
SC. MAT. PIO XII	13	2650	4,99	7,93	9,22	9,32	8,27	5,07	7,47	3
SC. MAT. MONTESSORI	1007	2600	0,00	0,00	0,00	0,08	11,67	6,16	8,91	3
SC. MAT. OGLIARA	1005	1750	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	18,91	18,91	2
SC.MAT. SALA ABBAGNANO	46	5980	10,49	10,87	9,75	12,26	12,31	10,87	11,09	3
SC. ELEM. GIOVI CASA POLLA	1004	1790	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1
SC.ELEM. M.LUCIANI	69	3900	3,65	6,35	11,65	4,12	6,24	5,18	6,20	3
SC.ELEM. MATIERNO	86	3500	0,40	7,88	6,18	6,55	6,76	5,12	6,50	3
SC.ELEM.MERCATELLO PREF.	118	2950	7,82	7,20	9,38	8,47	9,25	7,25	8,23	3
SC.ELEM. DE VECCHI	9	4500	0,00	0,00	0,00	6,97	5,85	8,42	7,08	3
SC.ELEM. M.PIRONE	33	6200	0,00	0,00	0,00	9,47	6,67	5,14	7,09	3
SC.ELEM. BUONOCORE	35	5450	0,00	0,00	0,00	7,83	8,66	8,38	8,29	3
SC.ELEM. DON MILANI	39	11300	0,00	0,00	0,00	7,10	8,28	7,74	7,71	3
SC.ELEM. GIOVI PIEGOLELLE	82	3300	3,59	9,25	9,05	6,79	7,66	7,36	7,28	3
SC.ELEM. ARBOSTELLA	132	7100	0,00	0,00	0,00	5,34	5,39	4,73	5,16	3
SC.ELEM. S.MARGHERITA	111	1700	5,71	3,24	8,49	5,46	4,38	5,12	5,40	3
SC.ELEM. S.EUSTACHIO	74	1490	1,79	5,12	6,41	5,86	5,68	8,11	5,50	3
SC.MEDIA LANZALONE	1003	11016	0,00	0,00	0,00	0,00	8,88	6,55	7,71	3
SC.MEDIA T.TASSO	42	17600	4,53	5,66	6,03	4,15	4,99	4,29	4,94	3
SC.MEDIA PIRRO	76	12156	2,49	4,17	4,77	3,20	3,05	4,04	3,62	3
SC.MEDIA N.VERNIERI SUCC.	92	5050	7,67	8,36	11,62	11,77	10,87	9,99	10,04	3
SC.MEDIA S.TOMMASO D'AQUINO	56	11700	0,00	0,00	0,00	6,26	4,86	6,13	5,75	3
SC.MEDIA POSIDONIA	43	18250	0,00	0,00	0,00	6,18	5,18	6,96	6,11	3
SC.MEDIA GIOVANNI XXIII	1001	18650	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,11	5,11	3
SC.MEDIA MONTERISI	1002	7500	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,98	2,98	3
SC.MEDIA TORRIONE ALTO	105	8640	2,32	0,00	3,44	7,32	7,05	3,57	4,74	3
SC.MAT. E MEDIA GIOVI PIEGOLELLE	25	9850	4,07	5,35	6,08	4,40	5,05	5,08	5,01	3

Tabella 43 – Consumi unitari di metano per le scuole e indici di qualità (3:Buono; 2:Sufficiente; 1:Insufficiente;-1: Non disponibile)

## 4.2 Consumi elettrici

Per quanto riguarda i dati sui consumi elettrici e sui relativi costi, questi sono disponibili, per gli anni a partire dal 2003 al 2007, su base mensile per le seguenti tipologie di utenze: SCUOLA MATERNA, SC.MAT. ED ELEMENTARE, SC.ELEMENTARE, SC. MEDIA, IMPIANTI SPORTIVI, UFFICI GIUDIZIARI, IMPIANTI SEMAFORICI, IMPIANTI SOLLEVAMENTO, STRUTTURE PUBBLICHE, ABITAZIONI COLLETTIVE, VARIE, PUBBLICA ILLUMINAZIONE.

La Tabella 44 presenta i consumi annuali per ognuna delle tipologie di utenza considerate, ed il totale. In Figura 52 è descritto l'andamento temporale dei consumi complessivi, con indicazione del trend ottenuto con un modello del primo ordine. Si può notare una tendenza complessiva alla riduzione dei consumi elettrici, ma con un andamento piuttosto irregolare negli anni.

	2003	2004	2005	2006	2007
<b>SCUOLA MATERNA</b>	231.694	225.978	226.180	248.443	197.437
<b>SC.MAT. ED ELEMENTARE</b>	474.416	541.423	505.298	521.458	355.307
<b>SC.ELEMENTARE</b>	126.474	120.328	155.920	182.296	84.425
<b>SC. MEDIA</b>	306.560	282.749	318.728	298.512	260.039
<b>IMPIANTI SPORTIVI</b>	996.020	1.400.652	1.219.329	1.279.300	976.781
<b>UFFICI GIUDIZIARI</b>	1.519.366	1.716.147	1.606.376	1.633.712	977.547
<b>IMPIANTI SEMAFORICI</b>	216.488	208.749	222.915	286.000	232.685
<b>IMPIANTI SOLLEVAMENTO</b>	61.425	59.652	63.931	140.059	64.679
<b>STRUTTURE PUBBLICHE</b>	2.858.162	3.436.951	3.018.997	3.259.137	2.303.794
<b>ABITAZIONI COLLETTIVE</b>	22.654	43.094	37.016	17.492	21.829
<b>VARIE</b>	1.331.030	3.592.968	1.201.881	1.193.538	982.053
<b>PUBBLICA ILLUMINAZIONE</b>	14.289.431	12.202.220	12.295.688	13.853.622	10.202.715
<b>TOTALE</b>	<b>22.433.720</b>	<b>23.830.911</b>	<b>20.872.259</b>	<b>22.913.569</b>	<b>16.659.291</b>

Tabella 44 - Consumi elettrici delle strutture comunali (kWh/anno)

E' utile, anche al fine di individuare i settori prioritari di intervento, esaminare la ripartizione relativa tra i consumi elettrici, riportata nella Tabella 45. La maggiore incidenza sui consumi elettrici, pari a circa il 60%, è rappresentata dalla "Pubblica illuminazione" (Figura 53), seguita dalle "Struttura pubbliche" (circa 13%, Figura 54) e dagli "Uffici giudiziari" (circa 7%, Figura 55). Si può anche notare come la ripartizione relativa sia sostanzialmente stabile negli anni, nell'arco del periodo considerato.

	2003	2004	2005	2006	2007
<b>SCUOLA MATERNA</b>	1,0	0,9	1,1	1,1	1,2
<b>SC.MAT. ED ELEMENTARE</b>	2,1	2,3	2,4	2,3	2,1
<b>SC.ELEMENTARE</b>	0,6	0,5	0,7	0,8	0,5
<b>SC. MEDIA</b>	1,4	1,2	1,5	1,3	1,6
<b>IMPIANTI SPORTIVI</b>	4,4	5,9	5,8	5,6	5,9
<b>UFFICI GIUDIZIARI</b>	6,8	7,2	7,7	7,1	5,9
<b>IMPIANTI SEMAFORICI</b>	1,0	0,9	1,1	1,2	1,4
<b>IMPIANTI SOLLEVAMENTO</b>	0,3	0,3	0,3	0,6	0,4
<b>STRUTTURE PUBBLICHE</b>	12,7	14,4	14,5	14,2	13,8
<b>ABITAZIONI COLLETTIVE</b>	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
<b>VARIE</b>	5,9	15,1	5,8	5,2	5,9
<b>PUBBLICA ILLUMINAZIONE</b>	63,7	51,2	58,9	60,5	61,2
<b>TOTALE</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Tabella 45 - Ripartizione percentuale dei consumi elettrici

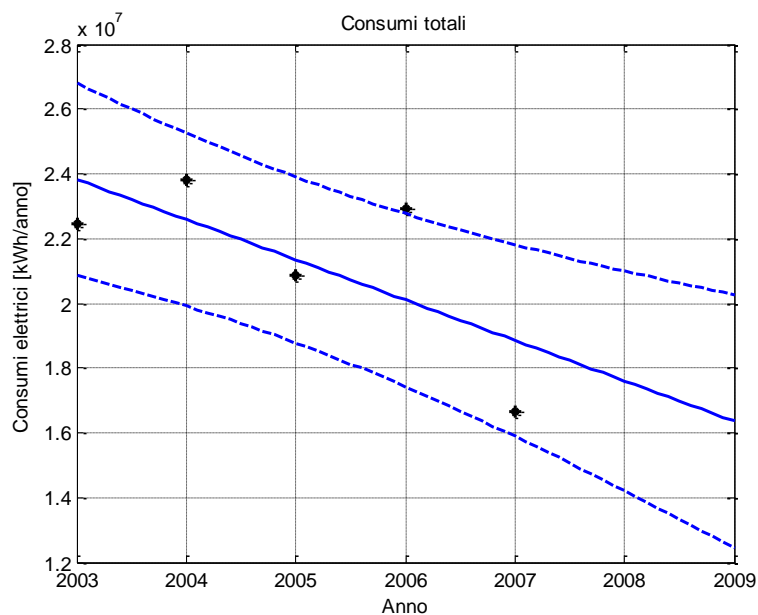


Figura 52 – Consumi elettrici e trend temporale

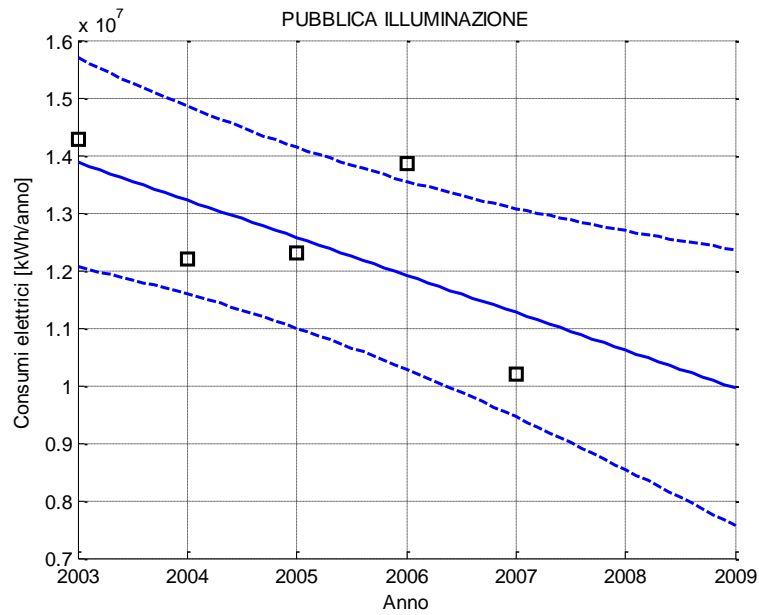


Figura 53 - Consumi elettrici e trend – Pubblica illuminazione

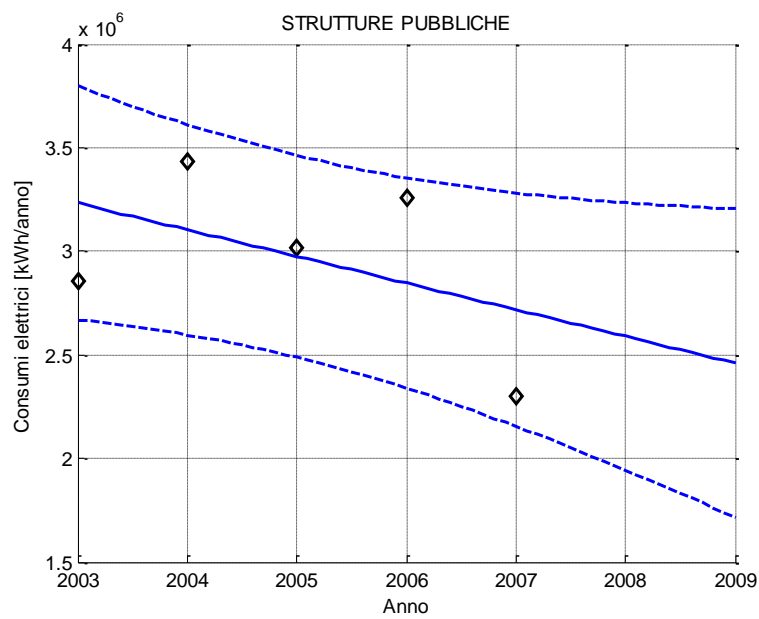


Figura 54 - Consumi elettrici e trend – Strutture pubbliche

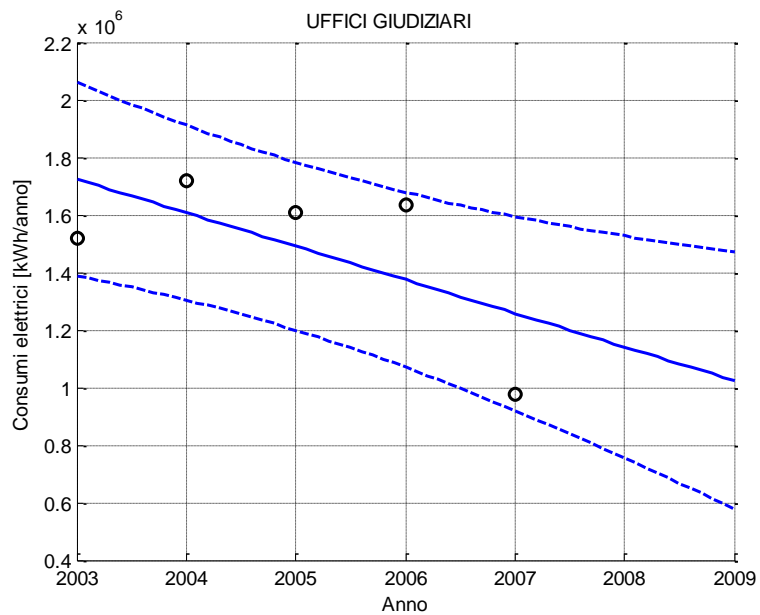


Figura 55 - Consumi elettrici e trend – Uffici giudiziari

## 5 I consumi del settore dei trasporti

---

Negli ultimi decenni si è assistito ad un crescente sviluppo del settore dei trasporti; questo, da un lato, ha contribuito alla crescita sociale ed economica del paese, ma dall'altro, soprattutto in riferimento al traffico stradale, ha condizionato sempre più la qualità della vita della collettività influenzando, tra l'altro, in maniera significativa sul deterioramento dell'ambiente. Per tale motivo, è risultato di primaria importanza l'implementazione di uno strumento analitico quantitativo capace di stimare gli effetti derivanti dal traffico stradale sia in termini di consumi energetici che di emissioni.

## 5.1 La metodologia di stima

A tal proposito, in questa sezione del Piano Energetico Comunale (PEC) si è effettuata una stima dei consumi energetici e delle emissioni da traffico stradale per la città di Salerno attraverso una metodologia innovativa che estende metodi esistenti in letteratura. Il modello complessivo si compone di due sottomodelli: il modello del sistema dei trasporti ed il modello di stima dei consumi energetici e delle emissioni da traffico stradale (si veda la Figura 56).

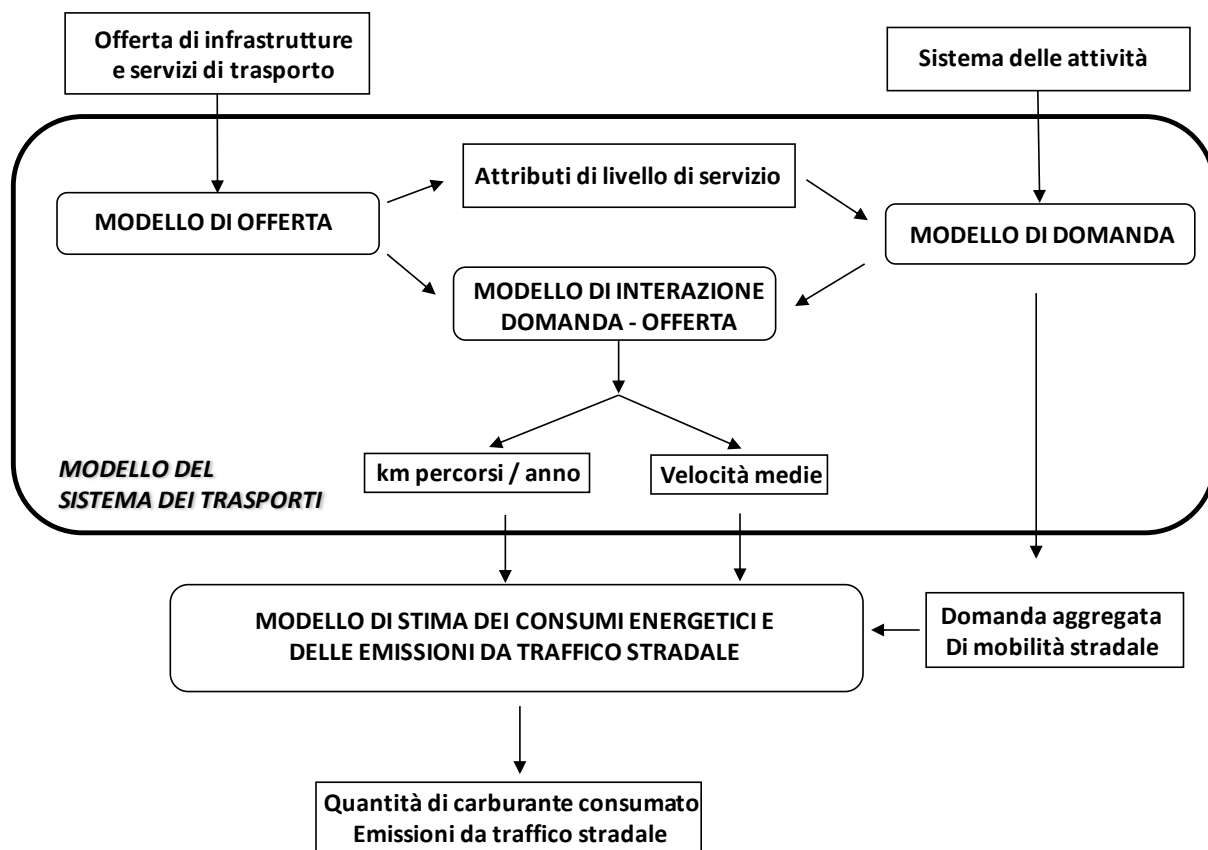


Figura 56 - Una metodologia innovativa per la stima dei consumi energetici e delle emissioni da traffico stradale

Attraverso il modello di simulazione del sistema dei trasporti è possibile stimare le prestazioni del sistema di trasporto con il calcolo di opportuni indicatori sintetici, sia nello scenario attuale che in ipotetici scenari progettuali. Mediante la stima di tali indicatori, attraverso il modello di stima dei consumi energetici e delle emissioni da traffico stradale, è possibile stimare i consumi e le emissioni da traffico attuali, nonché quantificare gli effetti di ipotetici interventi progettuali sul sistema dei trasporti della città.

I principali fattori di originalità rispetto ai metodi utilizzati in letteratura sono:

- la stima disaggregata, per tipologia di veicolo, delle variabili di input del modello dei consumi e delle emissioni: velocità media e percorrenze medie (generalmente stimate in

- maniera aggregata tramite dati da fonte e comunque non stimati come indicatori di performance di un sistema di trasporto e, spesso, non suddivisi per categoria veicolare);
- la stima disaggregata della domanda di mobilità stradale per tipologia di veicolo;
    - stima della domanda interna al comune oggetto di studio (generalmente stimata coincidente con il parco veicolare immatricolato nel comune oggetto di studio);
    - stima della domanda di scambio, ovvero degli ingressi/uscite dalla città (spesso trascurata a causa delle difficoltà di stima);
  - la stima di un modello “elastico” rispetto a variazioni del sistema dei trasporti e/o delle attività, ovvero è possibile stimare quantitativamente le variazioni in termini di emissioni da traffico stradale in seguito alla realizzazione di ipotetici scenari progettuali.

Il modello proposto risulta comunque coerente con lo standard europeo. Per il calcolo sia dei consumi energetici che delle emissioni da traffico stradale sono stati utilizzati i fattori unitari proposti dalla Commissione Europea che, già da tempo, ha inteso standardizzare questa procedura di calcolo. In particolare, sono stati utilizzati i risultati proposti dal gruppo di lavoro CORINAIR (Coordination information air) della Commissione delle Comunità Europee.

Il modello di sistema dei trasporti risulta composto da un modello di offerta di trasporto (rappresentativo di tutte le infrastrutture e i servizi di trasporto della città di Salerno), da una stima della domanda di mobilità stradale e da un modello di interazione domanda-offerta (per tutti i dettagli si veda l'appendice al testo).

Per la stima della domanda di mobilità stradale interessante la città di Salerno sono stati utilizzati più tipologie di dati da fonte: i dati ACI disponibili dal 2002 al 2007 riguardanti la composizione del parco veicolare; le statistiche annue della CSTP, la domanda di mobilità sistematica che interessa il comune di Salerno censita dall'ISTAT nel 2001 e alcuni conteggi di traffico disponibili sul territorio comunale rilevati tra il 2003 e il 2008.

Da un'elaborazione dei dati ACI si è stimata una crescita del parco veicolare del comune di Salerno da oltre 102 mila veicoli nel 2002 a circa 109 mila veicoli nel 2007. Di questi circa il 73% sono autovetture, il 17% motocicli, il 9% veicoli merci e circa l'1% bus.

CATEGORIA	VEICOLI (2007)	%
AUTO	79.367	72,9
MOTOCICLI	18.788	17,3
BUS	563	0,5
MERCI PESANTI	1.641	1,5
MERCI LEGGERI	8.489	7,8
<b>TOTALE</b>	<b>108.848</b>	<b>100</b>

Tabella 46 - Composizione del parco veicolare del comune di Salerno (fonte: ACI 2007)

Per quanto riguarda l'analisi della domanda di mobilità sistematica, l'ISTAT nel 2001 (Tabella 47) ha censito più di 91 mila spostamenti sistematici (motivo lavoro e studio) relativi al giorno feriale medio invernale; di questi il 51% sono spostamenti intra-comunali (più di 46 mila spostamenti) ed i restanti 45 mila spostamenti sono di scambio con l'esterno (ingressi ed uscite dal comune).



Un'analisi della ripartizione modale mostra come il 55% degli spostamenti giornalieri venga effettuato con i modi individuali, il 21% tramite bus, il 20% a piedi ed il restante 4% tramite trasporto ferroviario (Tabella 48).

Tabella 47 - Spostamenti sistematici intra-comunali ed extra-comunali relativi al comune di Salerno per motivo di spostamento (fonte: elaborazioni su dati ISTAT 2001)

Motivo	Intracomunali	Extracomunali	Totale
Studio	21.665	16.592	<b>38.257</b>
Lavoro	24.860	28.196	<b>53.056</b>
<b>Totale</b>	<b>46.525</b>	<b>44.788</b>	<b>91.313</b>

Motivo	Intracomunali	Extracomunali	Totale
Studio	57%	43%	<b>100%</b>
Lavoro	47%	53%	<b>100%</b>
<b>Totale</b>	<b>51%</b>	<b>49%</b>	<b>100%</b>

Motivo	Intracomunali	Extracomunali	Totale
Studio	47%	37%	<b>40%</b>
Lavoro	53%	63%	<b>60%</b>
<b>Totale</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Tabella 48: Spostamenti sistematici totali relativi al comune di Salerno per modalità di trasporto  
(fonte: elaborazioni su dati ISTAT 2001)

<i>tutti i motivi-modo treno</i>			
	Salerno	Esterno	Totale
Salerno	94	809	<b>903</b>
Esterno	2.777		<b>2.777</b>
<b>Totale</b>	<b>2.871</b>	<b>809</b>	<b>3.680</b>

<i>tutti i motivi-modo ferro</i>		
Salerno	Esterno	Totale
0,2%	6,5%	<b>1,5%</b>
8,6%		<b>8,6%</b>
<b>3,6%</b>	<b>6,5%</b>	<b>4,0%</b>

<i>tutti i motivi-modo ferro</i>		
Salerno	Esterno	Totale
2,6%	22,0%	<b>24,5%</b>
75,5%	0,0%	<b>75,5%</b>
<b>78,0%</b>	<b>22,0%</b>	<b>100%</b>

<i>tutti i motivi-modo bus</i>			
	Salerno	Esterno	Totale
Salerno	5.337	3.707	<b>9.044</b>
Esterno	9.804		<b>9.804</b>
<b>Totale</b>	<b>15.141</b>	<b>3.707</b>	<b>18.848</b>

<i>tutti i motivi-modo bus</i>		
Salerno	Esterno	Totale
11,5%	29,9%	<b>15,4%</b>
30,3%		<b>30,3%</b>
<b>19,2%</b>	<b>29,9%</b>	<b>20,6%</b>

<i>tutti i motivi-modo bus</i>		
Salerno	Esterno	Totale
28,3%	19,7%	<b>48,0%</b>
52,0%	0,0%	<b>52,0%</b>
<b>80,3%</b>	<b>19,7%</b>	<b>100%</b>

<i>tutti i motivi-modo individuale</i>			
	Salerno	Esterno	Totale
Salerno	22.729	7.824	<b>30.553</b>
Esterno	19.688		<b>19.688</b>
<b>Totale</b>	<b>42.417</b>	<b>7.824</b>	<b>50.241</b>

<i>tutti i motivi-modo individuale</i>		
Salerno	Esterno	Totale
48,9%	63,2%	<b>51,9%</b>
60,8%		<b>60,8%</b>
<b>53,7%</b>	<b>63,2%</b>	<b>55,0%</b>

<i>tutti i motivi-modo individuale</i>		
Salerno	Esterno	Totale
45,2%	15,6%	<b>60,8%</b>
39,2%	0,0%	<b>39,2%</b>
<b>84,4%</b>	<b>15,6%</b>	<b>100%</b>

<i>tutti i motivi-modo pedonale</i>			
	Salerno	Esterno	Totale
Salerno	18.365	48	<b>18.413</b>
Esterno	131		<b>131</b>
<b>Totale</b>	<b>18.496</b>	<b>48</b>	<b>18.544</b>

<i>tutti i motivi-modo pedonale</i>		
Salerno	Esterno	Totale
39,5%	0,4%	<b>31,3%</b>
0,4%		<b>0,4%</b>
<b>23,4%</b>	<b>0,4%</b>	<b>20,3%</b>

<i>tutti i motivi-modo pedonale</i>		
Salerno	Esterno	Totale
99,0%	0,3%	<b>99,3%</b>
0,7%	0,0%	<b>0,7%</b>
<b>99,7%</b>	<b>0,3%</b>	<b>100%</b>

<i>tutti i motivi-tutti i modi</i>			
	Salerno	Esterno	Totale
Salerno	46.525	12.388	<b>58.913</b>
Esterno	32.400		<b>32.400</b>
<b>Totale</b>	<b>78.925</b>	<b>12.388</b>	<b>91.313</b>

<i>tutti i motivi-tutti i modi</i>		
Salerno	Esterno	Totale
100%	100%	<b>100%</b>
100%		<b>100%</b>
<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

<i>tutti i motivi-tutti i modi</i>		
Salerno	Esterno	Totale
51,0%	13,6%	<b>64,5%</b>
35,5%	0,0%	<b>35,5%</b>
<b>86,4%</b>	<b>13,6%</b>	<b>100%</b>

## 5.2 Stima dei consumi e delle emissioni da traffico stradale per la città di Salerno

### 5.2.1 Consumi

Attraverso il modello di stima dei consumi energetici è stato possibile quantificare le quantità di carburante consumate (Tabella 49). Complessivamente, ogni anno, sono consumate all'interno del territorio comunale circa 12 mila tonnellate di benzina e circa 27 mila tonnellate di Diesel. Questi consumi sono stati omogeneizzati in tonnellate equivalenti di petrolio (*tep*) tramite i coefficienti di conversione GWP100 (Global Warming Potential), ovvero i fattori che sintetizzano il contributo della singola sostanza all'effetto serra in termini di tonnellate equivalenti di biossido di carbonio ( $CO_2$ ). Tali coefficienti rappresentano il rapporto fra il riscaldamento globale causato in 100 anni da una particolare sostanza ed il riscaldamento provocato dal biossido di carbonio nella stessa quantità. Complessivamente si stima che a Salerno ogni anno vengano consumate circa 43 mila tonnellate equivalenti di petrolio.

Rapportando i consumi medi annui del comune di Salerno con il numero dei residenti ed il PIL del comune, emerge come mediamente vengono consumate 0,3 *tep* per abitante e oltre 14 *tep* per milione di euro all'anno di PIL.

Da un'analisi per singola categoria veicolare emerge come le auto, benché corrispondano a circa il 73% del parco veicolare, consumino il 46% delle *tep* totali; i veicoli merci, corrispondenti a oltre il 9% del parco veicolare, consumino circa il 30% delle risorse; gli autobus, circa l'1%, consumino oltre il 20% del totale; mentre i motocicli, oltre il 17%, consumino circa il 3% delle *tep* annue.

Tabella 49: Consumi annui di carburante nella città di Salerno

Categoria	Consumi diesel (tonn)	Consumi benzina (tonn)	Consumi totali (tep)
AUTO	6.759	10.239	19.587
MOTOCICLI	0	1.034	1.241
BUS	9.511	0	10.272
MERCI PESANTI	7.751	34	8.411
MERCI LEGGERI	2.663	336	3.279
<b>TOTALE</b>	<b>26.684</b>	<b>11.643</b>	<b>42.790</b>

Categoria	Consumi Diesel (tonn)	Consumi benzina (tonn)	Consumi totali (tep)
AUTO	25%	88%	46%
MOTOCICLI	0%	9%	3%
BUS	36%	0%	24%
MERCI PESANTI	29%	0%	20%
MERCI LEGGERI	10%	3%	8%
<b>TOTALE</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

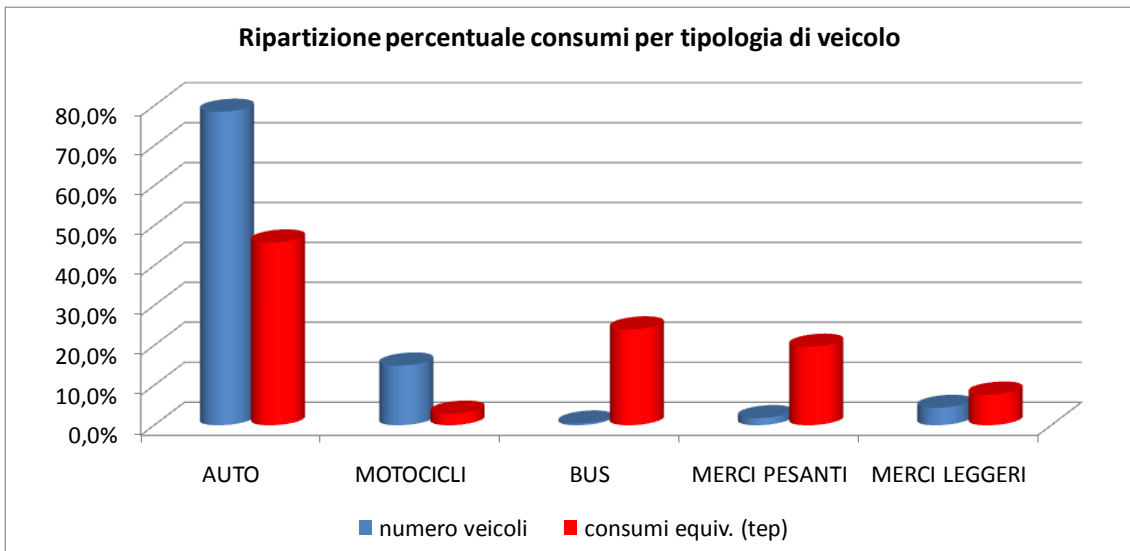


Figura 57: Ripartizione percentuale consumi annuali nel Comune di Salerno per tipologia di veicolo

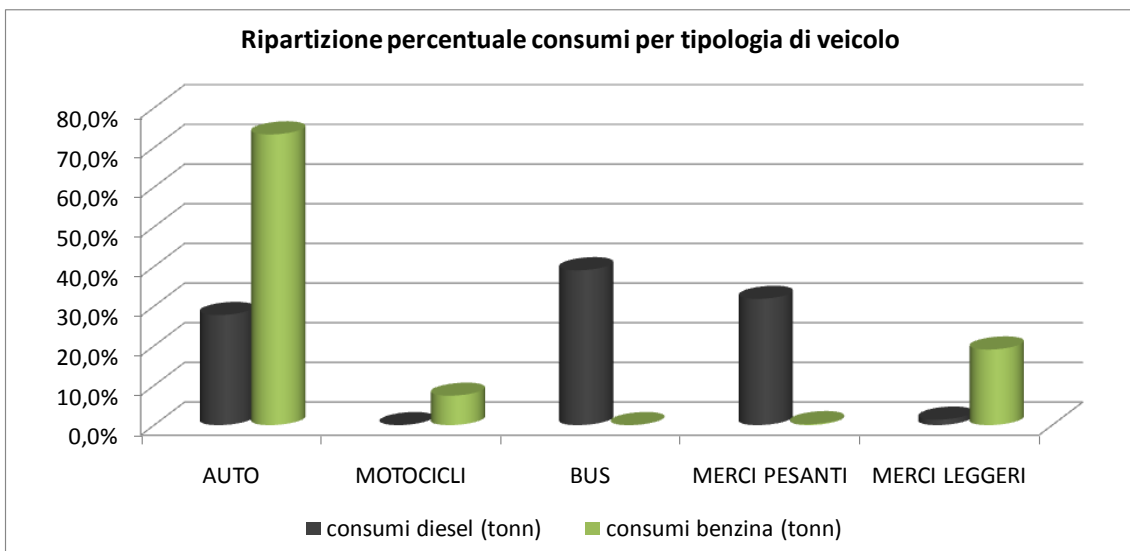


Figura 58: Ripartizione percentuale consumi annuali nel Comune di Salerno per tipologia di veicolo e tipologia di carburante

## 5.2.2 Emissioni

Attraverso la metodologia descritta è stato, inoltre, possibile stimare le emissioni prodotte in termini sia di concentrazioni emesse di gas serra che di particolato atmosferico (polveri sottili):

- *gas serra*, ovvero quelle sostanze che contribuiscono all'effetto serra, in particolare:
  - biossido di carbonio (anidride carbonica);
  - monossido di carbonio;
  - biossido di azoto;
  - metano;
  - altri composti organici volatili;
  - biossido di carbonio equivalente (anidride carbonica equivalente), ovvero una somma pesata (tramite i coefficienti GWP100) di tutte le precedenti sostanze;
- *particolato atmosferico* (polveri sottili), ovvero tutte le particelle solide o liquide sospese nell'aria, esclusa l'acqua pura, con dimensioni microscopiche, in particolare il:
  - PM 10 è il particolato atmosferico che ha un diametro uguale o inferiore a 10 µm;
  - PM 2,5 è la frazione più fine del PM 10, costituita dalle particelle con diametro uguale o inferiore a 2,5 µm.

Dai risultati stimati emergono le attuali concentrazioni di sostanze emesse da traffico stradale all'interno del comune. La ripartizione percentuale per singolo composto chimico emesso (Tabella 50 e Figura 59) mostra che le auto emettono la maggior parte di monossido di carbonio e biossido di azoto, con rispettivamente il 60% ed il 74% del totale (con oltre mille t/anno di CO e oltre 3 t/anno NO<sub>2</sub>). I motocicli benché complessivamente incidano poco, emettono oltre il 24% del totale di monossido di carbonio (con oltre 474 t/anno), oltre il 23% del totale di metano (circa 5 t/anno) e oltre il 29% del totale di altri composti organici volatili (circa 88 t/anno). Gli autobus, i veicoli merci pesanti e leggeri sono tra i veicoli che emettono la minor quantità di monossido di carbonio, con rispettivamente il 6%, il 5% ed il 4% del totale (pari a 123, 100 e 78 t/anno rispettivamente). Per quanto riguarda i veicoli merci leggeri è da notare la bassa concentrazione emessa di composti organici volatili (sia metano che altri) con circa il 3% del totale (circa 1 t/anno di metano e poco più di 8 t/anno di altri composti organici volatili).

Complessivamente si stima siano emesse (Tabella 50) oltre 120 mila tonnellate all'anno (t/anno) di biossido di carbonio, circa 2 mila tonnellate all'anno di monossido di carbonio, oltre 4 tonnellate all'anno di biossido di azoto, oltre 21 tonnellate all'anno di metano e oltre 300 tonnellate all'anno di altri composti organici volatili. In totale, si stima che a Salerno vengano emesse ogni anno oltre 127 mila tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente.

Da un'analisi per singola categoria veicolare (Tabella 50 e Figura 60) emerge che le auto sono i veicoli che emettono la maggior quantità di CO<sub>2</sub> *equiv.* con il 45% del totale (oltre 57 mila t/anno di CO<sub>2</sub> *equiv.*), seguite dai veicoli merci con circa 28% del totale (circa 35 mila t/anno di CO<sub>2</sub> *equiv.*), dai bus con il 24% del totale (oltre 30 mila t/anno di CO<sub>2</sub> *equiv.*) mentre i motocicli emettono circa il 4% del totale (circa 5 mila t/anno di CO<sub>2</sub> *equiv.*).

	biossido di carbonio	monossido di carbonio	biossido di azoto	metano	altri composti organici volatili	
<i>categoria</i>	<b>CO<sub>2</sub></b> (t/anno)	<b>CO</b> (t/anno)	<b>NO<sub>2</sub></b> (t/anno)	<b>CH<sub>4</sub> VOC</b> (t/anno)	<b>NM VOC</b> (t/anno)	<b>CO<sub>2</sub> equiv</b> (t/anno)
AUTO	53.229,07	1.166,68	3,11	10,19	131,25	57.206,13
MOTOCICLI	3.263,01	474,31	0,07	4,92	87,88	4.620,67
BUS	29.973,70	123,40	0,33	2,83	34,48	30.500,29
MERCI PESANTI	24.531,97	100,65	0,50	2,79	39,25	25.080,77
MERCI LEGGERI	9.439,64	78,47	0,21	0,61	8,40	9.704,23
<b>TOTALE</b>	<b>120.437,39</b>	<b>1.943,51</b>	<b>4,22</b>	<b>21,34</b>	<b>301,26</b>	<b>127.112,09</b>

<i>categoria</i>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>NM VOC</b>	<b>CO<sub>2</sub> equiv</b>
AUTO	44,2%	60,0%	73,7%	47,8%	43,6%	45,0%
MOTOCICLI	2,7%	24,4%	1,7%	23,1%	29,2%	3,6%
BUS	24,9%	6,3%	7,8%	13,3%	11,4%	24,0%
MERCI PESANTI	20,4%	5,2%	11,8%	13,1%	13,0%	19,7%
MERCI LEGGERI	7,8%	4,0%	5,0%	2,9%	2,8%	7,6%
<b>TOTALE</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

Tabella 50: Emissioni annue di gas serra nel Comune di Salerno e ripartizioni percentuali

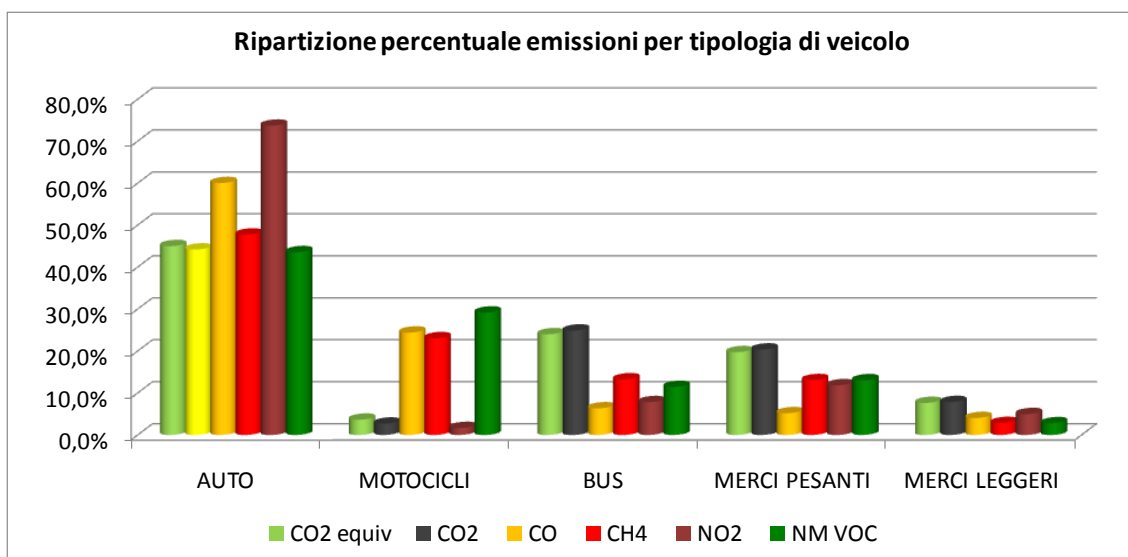


Figura 59: Ripartizione percentuale emissioni annue di gas serra nel Comune di Salerno

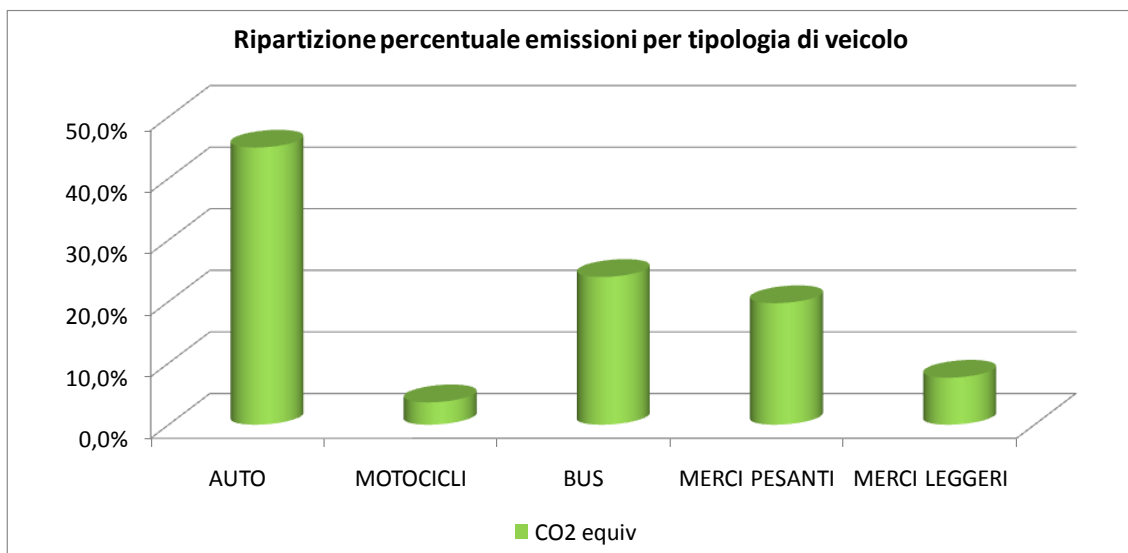


Figura 60: Ripartizione percentuale emissioni annue di gas serra nel Comune di Salerno

I valori delle concentrazioni emesse di particolato atmosferico (polveri sottili), mostrano un'emissione annua di oltre 53 tonnellate di PM 10 di cui oltre 48 tonnellate di PM 2,5 (Tabella 51,).

Dallo studio della ripartizione percentuale delle emissioni di particolato tra le singole categorie veicolari (Tabella 51, Figura 62) emerge che le auto emettono circa il 23% del totale di PM10 (oltre 12 t/anno) e il 20% del totale di PM2,5 (circa 10 t/anno); i bus emettono oltre il 33% del totale di PM10 (circa 18 t/anno) e oltre il 35% di PM2,5 (circa 17 t/anno); i veicoli merci pesanti emettono circa il 31% del totale di PM10 (oltre 16 t/anno) e circa il 32% del totale di PM2,5 (oltre 15 t/anno); i veicoli merci leggeri emettono circa il 10% del totale di PM10 (oltre 5 t/anno) e il 10% del totale di PM2,5 (circa 5 t/anno); infine, per i motocicli si stima che emettono oltre il 3% del totale di PM10 (circa 2 t/anno) e oltre il 3% del totale di PM2,5 (circa 2 t/anno).

Tabella 51: Emissioni annue di polveri sottili nel Comune di Salerno

<i>categoria</i>	PM 2,5 (t/anno)	% PM 2,5	PM 10 (t/anno)	% PM 10
AUTO	9,65	20,0%	12,12	22,8%
MOTO	1,60	3,3%	1,78	3,4%
BUS	16,92	35,1%	17,72	33,4%
MERCI PESANTI	15,24	31,6%	16,24	30,6%
MERCI LEGGERI	4,82	10,0%	5,27	9,9%
<b>TOT</b>	<b>48,23</b>	<b>100,0%</b>	<b>53,13</b>	<b>100,0%</b>

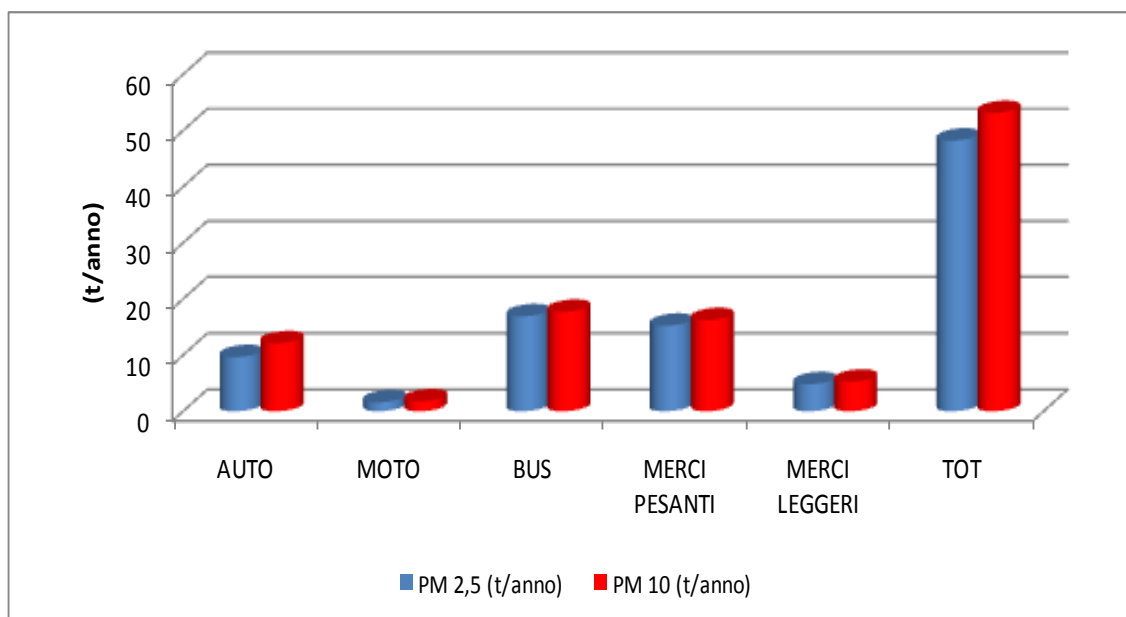


Figura 61: Emissioni annue di polveri sottili nel Comune di Salerno



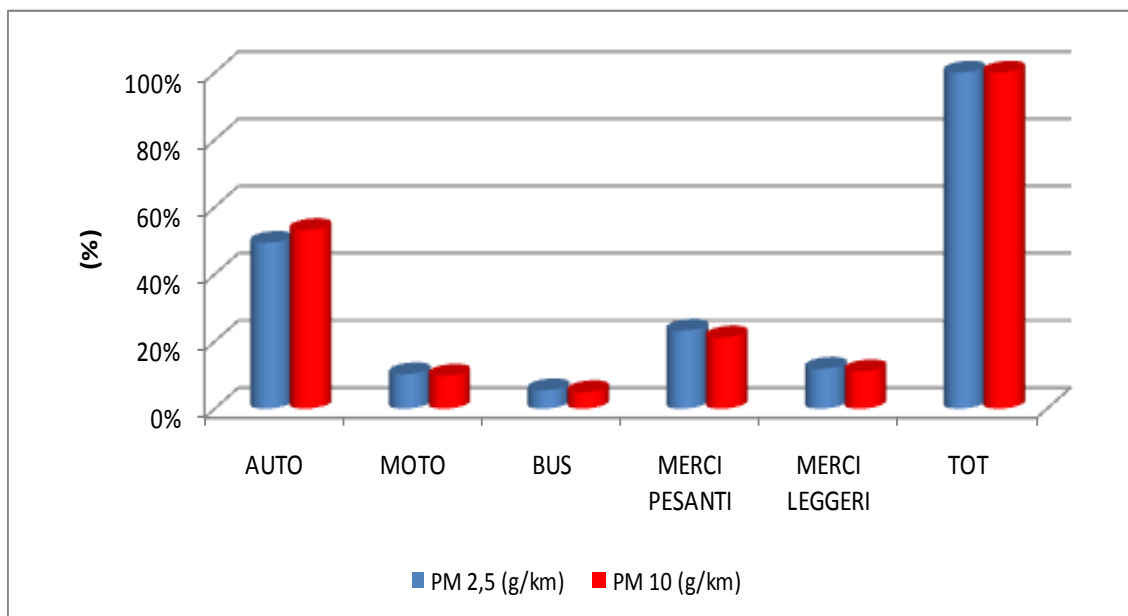


Figura 62: Ripartizione percentuale delle emissioni annue di polveri sottili nel Comune di Salerno

Come indicatori di efficienza, sono state stimate le emissioni pro capite e quelle rapportate al PIL del comune; da tale analisi emerge che mediamente sono emesse una tonnellata di  $CO_2$  equivalente per abitante e circa 42 tonnellate di  $CO_2$  equivalente per milione di euro. Con riferimento alle emissioni di polveri sottili, si stima che ogni anno vengano emesse circa 0,38 kg di PM10 per abitante e circa 20 kg di PM10 per milioni di euro.

Tali risultati se confrontati con i valori disponibili per altri comuni italiani mostrano che il comune di Salerno è mediamente molto virtuoso collocandosi sempre tra le prime posizioni (per i dettagli si veda l'appendice al testo).

## 5.3 Analisi di scenario

Al fine di ridurre i consumi energetici e le emissioni da traffico stradale per la città di Salerno è possibile utilizzare il sistema di modelli implementato come sistema di supporto alle decisioni (*DSS*) per valutare gli effetti di differenti ipotesi progettuali. Per tale motivo, sono state elaborate alcune analisi parametriche di scenario volte a quantificare i benefici prodotti, in termini di variazioni di consumi ed emissioni, da tre possibili strategie di intervento:

- rinnovo del parco veicolare;
- diversione modale;
- decongestione della rete dei trasporti.

In merito al rinnovo del parco veicolare si è ipotizzato uno svecchiamento dei veicoli con un passaggio dalle categorie veicolari delle classi EURO 0 e/o EURO 1 alle classi EURO 4 e EURO 5.

La seconda analisi parametrica è consistita nel valutare i benefici prodotti, in termini di variazioni di consumi ed emissioni, dalle politiche sulla domanda di mobilità volte ad una diversione modale dai mezzi individuali, auto e motocicli, verso quelli di trasporto collettivo (bus per il comune di Salerno). Congiuntamente a questa, sono stati valutati gli effetti prodotti da una riorganizzazione del trasporto urbano delle merci. Entrambi questi interventi hanno come effetto diretto una diminuzione dei km/anno percorsi dalle rispettive categorie veicolari. È da precisare che uno degli effetti indiretti di tali politiche è quello di determinare una riduzione della congestione stradale, stimabili come nel caso seguente.

La terza analisi parametrica ha riguardato l'ipotesi di una diminuzione della congestione della rete stradale della città di Salerno. Poiché uno dei principali effetti della diminuzione della congestione di una rete stradale è l'aumento della velocità media di viaggio (o analogamente la diminuzione del tempo medio di spostamento), si sono studiati gli effetti, in termini di variazioni di consumi ed emissioni, di una variazione percentuale delle velocità medie per singola categoria veicolare.

Le analisi condotte mostrano come i maggiori benefici si osservano agendo sulla riduzione della congestione stradale; per tale intervento, infatti, ad un aumento percentuale della velocità media di viaggio corrisponde una riduzione dei consumi ed delle emissioni da traffico stradale pari a circa la metà (es. +10% velocità media produce -5% consumi ed emissioni da traffico stradale).

Meno incisive risultano le altre due politiche di intervento; per la diversione modale si stima che a fronte di una riconversione percentuale di spostamenti in auto a spostamenti su trasporto collettivo corrisponderà una riduzione uguale a 1/3 per quanto riguarda i consumi e le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente (oltre agli effetti di riduzione della congestione), mentre corrisponderà una riduzione uguale a 1/15 per quanto riguarda le polveri sottili (tale circostanza è legata alla maggiore emissione unitaria di particolato dei bus rispetto alle auto).

Per quanto riguarda le politiche di intervento volte al rinnovo del parco veicolare, se da un lato si stimano benefici pari ad 1/6 per quanto riguarda i consumi e le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente (es. +20% veicoli EURO 4 produce -3% consumi ed emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente), dall'altro, l'efficacia

dei nuovi filtri anti particolato permetterà un abbattimento delle polveri sottili esattamente uguale alla percentuale di veicoli rottamati (es. +20% veicoli EURO 4 produce -20% emissione di PM10).

### 5.3.1 Rinnovo parco veicolare

In riferimento all'ipotesi di rinnovo dell'intero parco veicolare, le stime condotte mostrano come ad una percentuale di riconversione del 10%, 20% e 30% corrisponderà una variazione dei consumi di carburante (Tabella 52, Figura 63) dell'ordine dell'1%, del 3% e del 4% (cui corrisponde un consumo totale annuo rispettivamente di 42,2 mila tep, 41,6 mila tep e 41,1 mila tep). Nelle tabelle e figure seguenti si è indicato con "0%" lo scenario attuale.

La ripartizione per tipologia di combustibile non è uniforme; ad esempio, per una riconversione del 30% del parco veicolare corrisponderà una riduzione del 5% dei consumi di Diesel (con un consumo totale annuo di 25,4 mila tonnellate) e del 2% dei consumi di benzina (con un consumo totale annuo di 11,4 mila tonnellate).

Per quanto riguarda le emissioni da traffico stradale (Tabella 53 e Figura 64), si stima che a fronte di una riconversione del 10%, 20% e 30% corrisponderà una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente dell'ordine del 2% (con un totale annuo di 124 mila tonnellate emesse), del 5% (con un totale annuo di 121 mila tonnellate) e del 6% (con un totale annuo di 119 mila tonnellate), mentre per quanto riguarda il PM10 (Tabella 53 e Figura 65) si stima una riduzione rispettivamente del 14% (con un totale annuo di 46 tonnellate emesse), del 26% (con un totale annuo di 39 tonnellate) e del 37% (con un totale annuo di 33 tonnellate).

Tabella 52: Consumi energetici del parco veicolare per il rinnovo di tutte le categorie veicolari

% di riconversione veicoli	Consumo Benzina (t)	Consumo Diesel (t)	Var. % Benzina	Var. % Diesel	Consumi tot. (tep)	Var. % totale
0%	11.643	26.684	0%	0%	42.790	0%
10%	11.547	26.244	-1%	-2%	42.200	-1%
20%	11.452	25.758	-2%	-3%	41.560	-3%
30%	11.360	25.413	-2%	-5%	41.078	-4%

Tabella 53: Emissioni del parco veicolare per il rinnovo di tutte le categorie veicolari

% di riconversione veicoli	Emissioni (t CO2 eq)	Var. % emissioni	PM 10 (t/anno)	Var. % PM 10
0%	127.130	0%	53,1	0%
10%	124.095	-2%	45,5	-14%
20%	120.912	-5%	39,1	-26%
30%	119.016	-6%	33,4	-37%

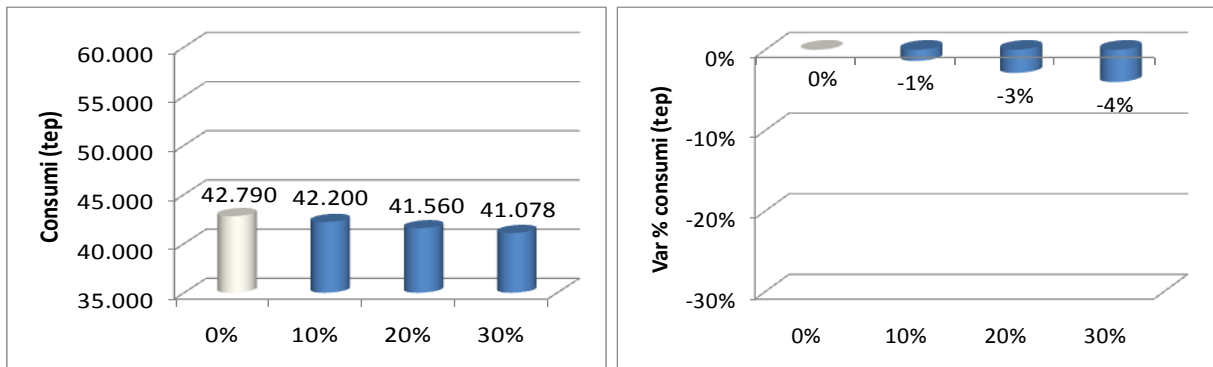


Figura 63: Consumi energetici e variazioni percentuali del parco veicolare per il rinnovo di tutte le categorie veicolari

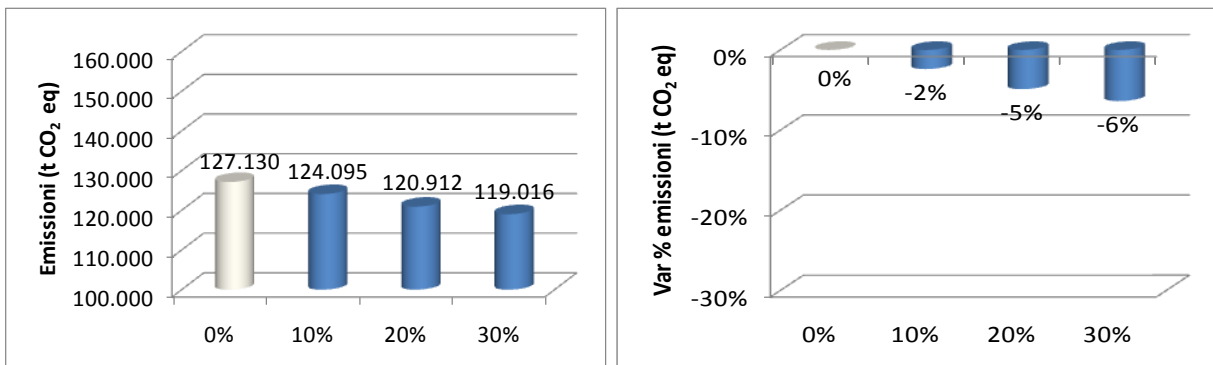


Figura 64: Emissioni e variazioni percentuali del parco veicolare per il rinnovo di tutte le categorie veicolari

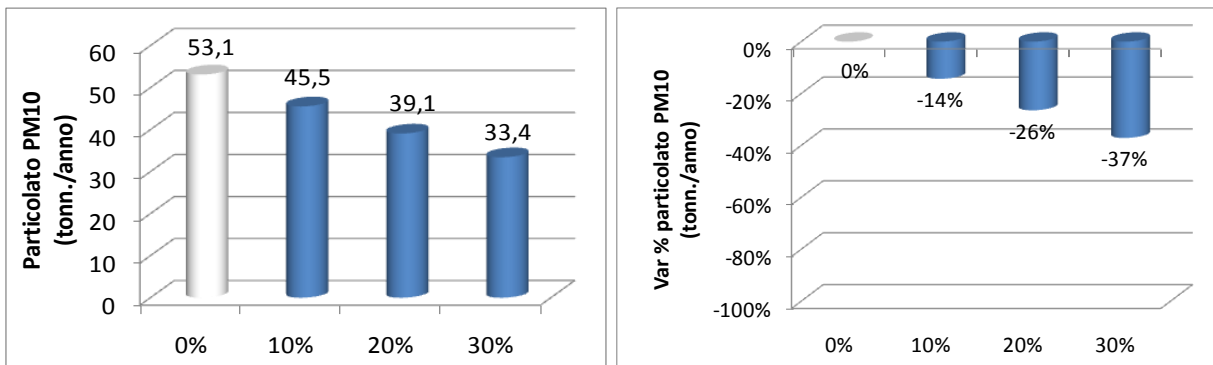


Figura 65: Emissioni di PM10 e variazioni percentuali del parco veicolare per il rinnovo di tutte le categorie veicolari

### 5.3.2 Diversione modale

Le analisi condotte riguardano la stima degli effetti prodotti da una riduzione degli spostamenti su trasporto individuale e dal conseguente aumento di quelli su trasporto collettivo. Le stime condotte (Tabella 54 e Figura 66) mostrano come ad una diversione modale trasporto individuale - trasporto collettivo rispettivamente del 10%, 20% e 30% degli spostamenti, corrisponderanno variazioni dei consumi di carburante dell'ordine del -4%, -7% e -10% (cui corrisponde un consumo totale annuo rispettivamente di circa 41 mila tep, circa 40 mila tep e circa 38 mila tep). Per quanto riguarda le emissioni da traffico stradale (Tabella 54 e Figura 67), si stima che a fronte di una diversione modale del 10%, 20% e 30% degli spostamenti, corrisponderà una variazione

percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente dell'ordine del -3%, -7% e -10% (con un totale annuo rispettivamente di circa 123 mila tonnellate, circa 119 mila tonnellate e circa 115 mila tonnellate), mentre, per quanto riguarda le emissioni di polveri sottili (Tabella 54 e Figura 68), si stima che si avranno delle variazioni percentuali di PM10 di circa -1%, di oltre il -1% e di circa il -2% (con un totale annuo rispettivamente di 52,8 tonnellate, 52,5 e tonnellate, 52,2).

Tabella 54: Variazione dei consumi energetici e delle emissioni da traffico stradale generate da una diversione modale trasporto individuale – trasporto collettivo

Var. % spostamenti		Consumi tot. (tep/anno)	Var. % consumi	Emissioni (t CO2 eq./anno)	Var. % emissioni	PM 10 (t/anno)	Var. % PM 10
trasporto individuale	trasporto collettivo						
0%	0%	42.790	0,0%	127.130	0,0%	53,1	0,0%
-10%	+10%	41.309	-3,5%	122.941	-3,3%	52,8	-0,6%
-20%	+20%	39.828	-6,9%	118.752	-6,6%	52,5	-1,2%
-30%	+30%	38.338	-10,4%	114.539	-9,9%	52,2	-1,8%

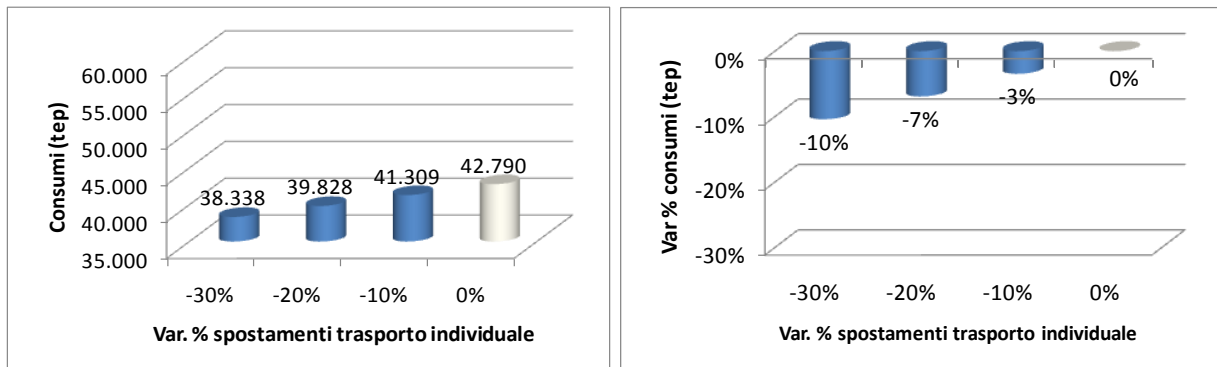


Figura 66: Variazione dei consumi energetici da traffico stradale generata da una diversione modale trasporto individuale – trasporto collettivo

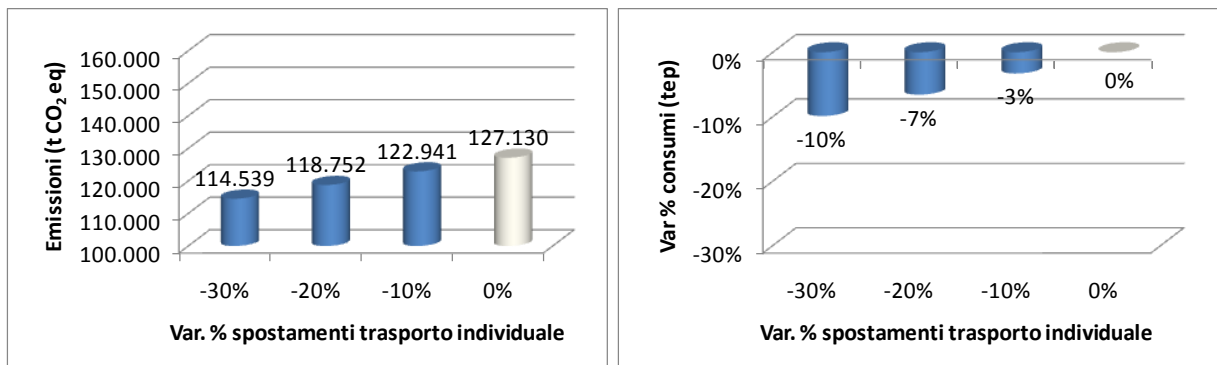


Figura 67: Variazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente generata da una diversione modale trasporto individuale – trasporto collettivo

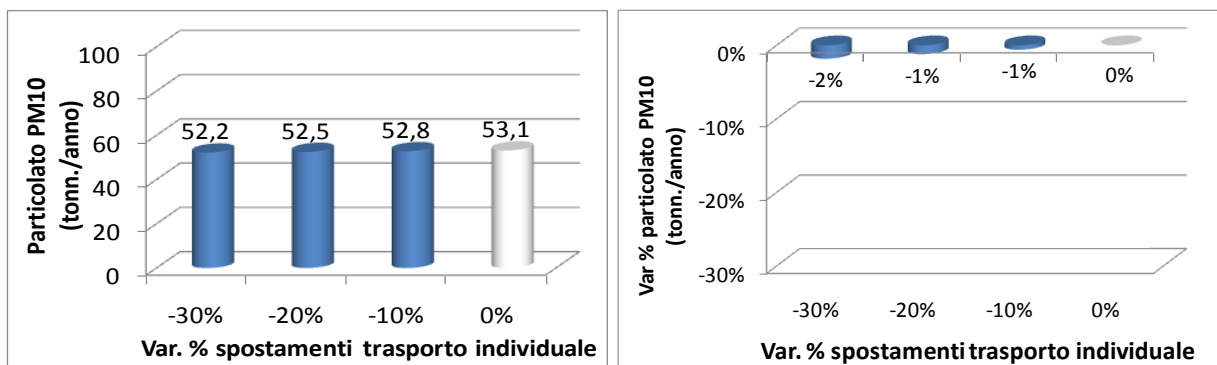


Figura 68: Variazione delle emissioni di PM10 generata da una diversione modale trasporto individuale – trasporto collettivo

### 5.3.3 Decongestione della rete

Le stime condotte ( Tabella 55 e Figura 69) mostrano come ad un aumento della velocità media di viaggio del 10%, 20% e 30% corrisponderà una variazione dei consumi di carburante dell'ordine del 5%, 9% e 13% (cui corrisponde un consumo totale annuo rispettivamente di 40,8 mila tep, 39,0 mila tep, e 37,4 mila tep).

La ripartizione per tipologia di combustibile è più o meno uniforme; ad esempio, per un aumento delle velocità medie del 30% del parco veicolare corrisponderà una variazione del 13% dei consumi di Diesel (con un consumo totale annuo di 23,3 mila tep) e del 12% dei consumi di benzina (con un consumo totale annuo di 10,2 mila tep).

Per quanto riguarda le emissioni da traffico stradale (Tabella 56, Figura 70, Figura 71), si stima che a fronte di un aumento percentuale delle velocità medie del 10%, 20% e 30%, corrisponderà una variazione percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente dell'ordine del 5%, 9% e 13% (con un totale annuo rispettivamente di 121,1 mila tonnellate, 115,9 mila tonnellate e 111,2 mila tonnellate) e di PM10 dell'ordine del 5%, 9% e 13% (con un totale annuo rispettivamente di 50,6 tonnellate, 48,4 tonnellate e 46,4 tonnellate).

Tabella 55: Consumi energetici del parco veicolare variando le velocità medie urbane di tutte le categorie veicolari

<b>Var. % velocità medie</b>	<b>Consumo Benzina (t)</b>	<b>Consumo Diesel (t)</b>	<b>Var. % Benzina</b>	<b>Var. % Diesel</b>	<b>Consumi tot. (tep)</b>	<b>Var. % totale</b>
<b>0%</b>	11.643	26.684	0%	0%	42.790	0%
<b>10%</b>	11.097	25.419	-5%	-5%	40.768	-5%
<b>20%</b>	10.628	24.287	-9%	-9%	38.983	-9%
<b>30%</b>	10.210	23.264	-12%	-13%	37.377	-13%

Tabella 56: Emissioni del parco veicolare variando le velocità medie urbane di tutte le categorie veicolari

<b>Var. % velocità medie</b>	<b>Emissioni (t CO2 eq)</b>	<b>Var. % emissioni</b>	<b>PM 10 (t/anno)</b>	<b>Var. % PM 10</b>
<b>0%</b>	127.130	0%	53,1	0,0%
<b>10%</b>	121.096	-5%	50,6	-4,8%
<b>20%</b>	115.905	-9%	48,4	-9,0%
<b>30%</b>	111.234	-13%	46,4	-12,7%

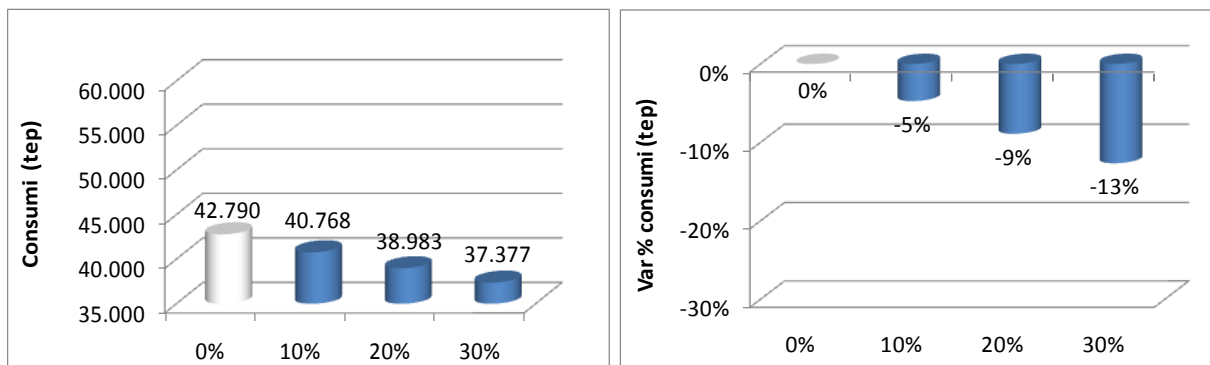


Figura 69: Consumi energetici e variazioni percentuali del parco veicolare variando le velocità medie urbane di tutte le categorie veicolari

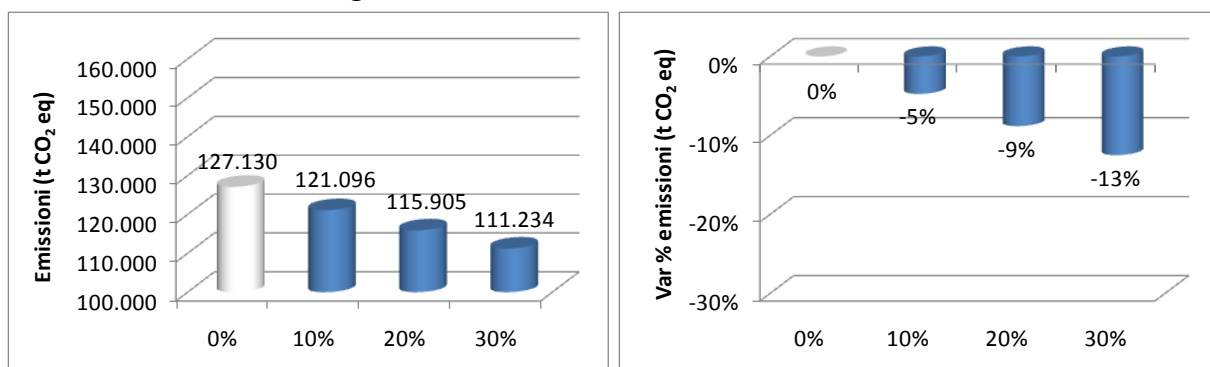


Figura 70: Emissioni e variazioni percentuali del parco veicolare variando le velocità medie urbane di tutte le categorie veicolari

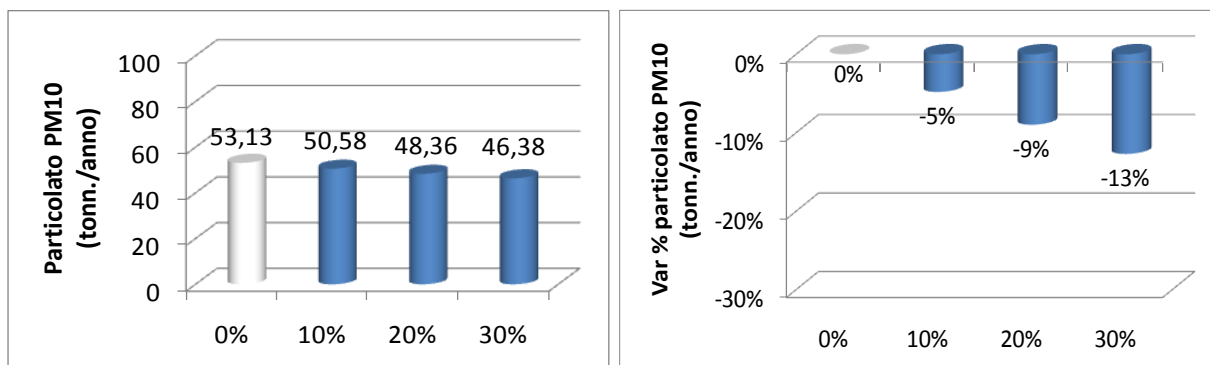


Figura 71: Emissioni di PM10 e variazioni percentuali del parco veicolare variando le velocità medie urbane di tutte le categorie veicolari

### 5.3.4 Altre analisi di scenario

Parallelamente alle analisi parametriche sono stati simulati e quindi valutati due differenti scenari progettuali: uno volto alla riqualificazione di parte del parco veicolare bus a veicoli ibrido-Diesel plug-in; un altro in cui si immagina la realizzazione del progetto Salerno Porta Ovest.

Per quanto riguarda la riconversione parziale del parco bus a veicoli ibrido-Diesel plug-in, si è pensato di progettare ed installare, in ogni area adibita a sosta notturna degli autobus, un impianto fotovoltaico grid-connected che ceda energia alla rete durante il giorno, quando gli autobus circolano. In questa fase, il proprietario dell'impianto beneficerà degli incentivi in conto-energia derivanti dalla sola generazione di energia da fotovoltaico. Durante il parcheggio, quindi



nelle ore notturne, gli autobus plug-in verranno collegati alla rete per la ricarica del pacco batterie. Una corretta progettazione dell'impianto fotovoltaico garantirà un bilancio perfetto tra energia ceduta di giorno ed assorbita di notte, portando quindi ad una sensibile, ulteriore riduzione di consumi ed emissioni rispetto al caso di semplice riconversione Diesel-Ibrido.

I risultati delle stime mostrano come un intervento di questo tipo produrrà benefici sul sistema del trasporto collettivo su gomma uguali a circa un terzo. Infatti, si stima che ad una riconversione del 20% dei veicoli corrisponderà una riduzione dei consumi e delle emissioni di oltre il 7%.

La seconda analisi di scenario simulata è stata quella dell'ipotesi di realizzazione del *Progetto Salerno Porta Ovest* al fine di stimare le variazioni di emissioni da traffico stradale per il Comune di Salerno. Stimate, per ogni categoria veicolare, le variabili di input del modello implementato (velocità medie, percorrenze medie e domanda di mobilità aggregata) è stato possibile quantificare le variazioni di emissioni prodotte nella città. Sono state stimate le concentrazioni di  $CO_2$  equivalente e di polveri sottili nello scenario di progetto (Salerno Porta Ovest); le tonnellate/anno di  $CO_2$  equiv. che si stima verranno emesse nel comune di Salerno a valle della realizzazione del progetto in questione sono circa 123 mila a cui corrisponderà una riduzione del 3,4% rispetto alla situazione attuale (circa 4.300 t/anno di  $CO_2$  equiv.). Considerando soltanto i flussi veicolari direttamente influenzati dal nuovo intervento infrastrutturale, si stima che vi sarà una diminuzione della  $CO_2$  equiv. emessa da tali veicoli di oltre l'8% del totale.

Per quanto riguarda le polveri sottili, si stima che la realizzazione di Salerno Porta Ovest porterà la concentrazione annua di particolato PM10 emesso a oltre 51 t/anno corrispondenti ad una riduzione del 3,3% del totale (circa 2 tonnellate in meno di sostanze emesse all'anno); per quanto riguarda il PM2,5 si stima una concentrazione annua nello scenario di progetto di circa 47 tonnellate con una riduzione di circa il 4% rispetto alla situazione attuale (circa 2 tonnellate in meno di sostanze emesse all'anno). Anche per le polveri sottili sono stati stimati gli effetti dei soli flussi veicolari direttamente influenzati dal nuovo intervento infrastrutturale; per questi si stima una diminuzione di PM10 di oltre l'8% del totale ed una riduzione di circa il 9% del totale per quanto riguarda il PM2,5.

Per meglio comprendere i benefici ambientali derivanti della realizzazione di Salerno Porta Ovest, dalle analisi parametriche descritte in precedenza è stato possibile valutare quali potessero essere altri interventi sul sistema dei trasporti della città di Salerno capaci di produrre gli stessi benefici in termini di riduzione delle emissioni da traffico stradale. I risultati delle simulazione hanno mostrato che la realizzazione di Salerno Porta Ovest produrrà benefici comparabili con quelli prodotti, ad esempio, da una diversione modale auto – trasporto collettivo del 10% oppure dal rinnovo del 14% del parco veicolare di Salerno (veicoli EURO4 o superiori).

## 6 I consumi del settore residenziale

---

Nell'ambito di un Piano Energetico Comunale, particolare attenzione riveste l'analisi del patrimonio edilizio e lo studio dei diversi interventi riconducibili al settore civile, finalizzati al risparmio energetico e alla riduzione delle emissioni inquinanti.

Questa sezione del PEC, dopo un riepilogo sugli aspetti normativi inerenti il patrimonio edilizio ed una sintesi dei dati di interesse su Salerno, riporta una dettagliata analisi delle tipologie costruttive e, successivamente, la stima dei relativi consumi energetici, concludendosi con analisi di scenario tese a quantificare i benefici ottenibili con diversi livelli di intervento. Lo studio è presentato tra gli Allegati al PEC, ed è completato da dati, tabelle e diagrammi contenuti nei suoi allegati A, B, C e D.

Lo studio è stato svolto in collaborazione con il prof. Renato Iovino, con la prof. Flavia Fascia, con i dottorandi ing. Fabio Sannino e arch. Annita Corbosiero, e con l'ing. Patrizia Iannucci del Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio (DiPiST) dell'Università di Napoli "Federico II".

## 7 Linee guida per l'energia

---

Le “Linee guida per l'energia” costituiscono uno degli strumenti di integrazione della programmazione energetica comunale promossa nell'ambito dei Piani Energetici Comunali. Le Linee Guida costituiscono delle “raccomandazioni per l'uso efficiente dell'energia e la valorizzazione delle fonti energetiche rinnovabili nelle aree di recupero, espansione, riqualificazione urbana” e sono articolate secondo “Schede d'azione”, che riportano indicatori e standard prestazionali sugli edifici e sugli impianti.

Le Linee Guida dell'Energia possono essere articolate secondo una diversa gradazione di priorità, con tre livelli di efficacia:

- **Indirizzo:** interventi di efficienza energetica che sarebbe bene realizzare ma non possono essere imposti e risultano applicabili a discrezione dei progettisti/costruttori (che dovranno comunque presentare una valutazione di fattibilità e motivare l'eventuale non applicazione della soluzione proposta);
- **Direttiva:** soluzioni tecnologiche o standard prestazionali che sono fortemente raccomandati, ma ammettono un margine di discrezionalità;
- **Prescrizione:** interventi che vanno obbligatoriamente presi in considerazione.

## 7.1 Schede d'azione

A partire dall'analisi delle schede d'azione descritte nel paragrafo precedente, ed analizzando le esigenze e le specificità del Comune di Salerno, sono state formulate e proposte le relative schede d'azione.

Si sono individuate sette aree tematiche, così definite:

1. Illuminazione ed apparecchiature elettriche
2. Interventi di risparmio energetico negli edifici
3. Impianti termici
4. Ciclo dell'acqua
5. Fonti energetiche alternative
6. Pianificazione urbana sostenibile
7. Mobilità Sostenibile

Per ognuna di esse, si sono definite varie schede d'azione, per un numero totale di 27, così come definito nella Tabella 57.

Per ogni scheda, è stata adottata la seguente organizzazione in campi:

- Area Tematica
- Titolo Scheda
- Numero scheda
- Descrizione
- Riferimenti normativi e legislativi
- Requisiti applicativi
- Tipologia di intervento e prestazioni energetiche
- Note e osservazioni (sostenibilità ambientale, suggerimenti applicativi ecc..)

Il dettaglio delle schede proposte è riportato in Appendice.

	<b>Illuminazione ed apparecchiature elettriche</b>
1.1	Campagna di illuminazione domestica ad alta efficienza
1.2	Campagna di diffusione di elettrodomestici ad alta efficienza
2.1	Orientamento dell'edificio
	<b>Interventi di risparmio energetico negli edifici</b>
2.2	Geometria dell'edificio
2.3	Diminuizione delle isole di calore
2.4	Isolamento termico dell'involucro
2.5	Contenimento delle dispersione per i ricambi d'aria
2.6	Serre solari
2.7	Certificazione energetica degli edifici
	<b>Impianti termici</b>
3.1	Caldaje ad elevato rendimento (a condensazione)
3.2	Pompe di calore ad elevato rendimento
3.3	Pannelli radianti e sistemi a bassa temperatura
3.4	Verifica dei fabbisogni di raffrescamento
3.5	Condizionamento estivo con gruppi frigoriferi ad alta efficienza o ad assorbimento
3.6	Rete di Teleriscaldamento
3.7	La cogenerazione e la micro – cogenerazione
	<b>Ciclo dell'acqua</b>
4.1	Dispositivi per il risparmio idrico
4.2	Recupero acqua piovane
	<b>Fonti energetiche alternative</b>
5.1	Impianti solari termici
5.2	Impianti solari fotovoltaici
5.3	Biomasse e Biogas
	<b>Pianificazione urbana sostenibile</b>
6.1	Interventi sul sistema del verde
6.2	Interventi sul sistema dell'Illuminazione pubblica
	<b>Mobilità Sostenibile</b>
7.1	Interventi di risparmio energetico per gli impianti semaforici
7.2	Incentivazione all'uso della bicicletta - Sistema park and ride
7.3	Incentivazione all'uso plurimo dell'auto - Car sharing e Car pooling
7.4	Altri interventi di mobilità sostenibile

Tabella 57 – Schede d'azione proposte per il Comune di Salerno

### 7.1.1 Matrice priorità/prescrizioni

Le Linee Guida per l'Energia si articolano secondo i seguenti diversi livelli di priorità:

- Azioni obbligatorie.

- Azioni raccomandate.
- Azioni consigliate e facoltative.

La matrice priorità/prescrizioni (Tabella 58) costituisce il quadro di riferimento per orientare proprietari, costruttori e progettisti nella definizione delle dotazioni e delle prestazioni energetiche degli immobili, sia di quelli nuovi che di quelli da ristrutturare, anche in relazione alle classi di merito introdotte dalla Certificazione Energetica. Tali elementi prestazionali dovranno accompagnare ogni elaborato fino alla progettazione definitiva ed esecutiva e saranno considerati elemento di valutazione “discriminante”, da parte dell’Amministrazione Comunale, nelle comparazioni tra le diverse soluzioni insediative proposte. La matrice riporta un quadro sintetico delle prescrizioni e delle priorità per ognuno degli argomenti oggetto delle Schede d’azione, rimandando alla relativa scheda per il dettaglio delle norme.

N.	Titolo scheda	Livello di priorità e prescrizione
1.1	Campagna di illuminazione domestica ad alta efficienza	Obbligatorio per edifici di nuova costruzione e per le parti comuni degli edifici residenziali. Facoltativo per edifici esistenti, consigliato in caso d'intervento di messa in sicurezza e rifacimento dell'impianto elettrico.
1.2	Campagna di diffusione di elettrodomestici ad alta efficienza	Facoltativo
2.1	Orientamento dell'edificio	Questa azione è obbligatoria per gli edifici di nuova costruzione, a meno che l'area oggetto di edificazione non sia soggetta a particolari vincoli di natura morfologica. E' possibile concedere una deroga se il progettista redige una relazione tecnica nella quale dimostra che la soluzione proposta garantisce le stesse prestazioni energetiche che si avrebbero nel caso di corretta esposizione dell'edificio.
2.2	Geometria dell'edificio	Obbligatorio per edifici di nuova costruzione
2.3	Diminuzione delle isole di calore	Obbligatorio per gli edifici di nuova costruzione
2.4	Isolamento termico dell'involucro	Obbligatorio per gli edifici nuovi e per le ristrutturazioni di edifici esistenti aventi superficie maggiore di 1000 m2 ad eccezione degli immobili destinati a usi particolari o soggetti al vincolo di bene culturale.
2.5	Contenimento delle dispersione per i ricambi d'aria	Obbligatorio per gli edifici di nuova costruzione e per quelli soggetti a ristrutturazioni o ampliamenti
2.6	Serre solari	Raccomandato nelle nuove costruzioni e nelle aree residenziali già esistenti.
2.7	Certificazione energetica degli edifici	Obbligatorio per gli edifici di nuova costruzione e per le ristrutturazioni di edifici di superficie utile superiore ai 1000 m2. Obbligatorio da luglio 2007 nel caso di vendita o locazione di edifici di superficie utile superiore ai 1000 m2. Obbligatorio da luglio 2008 per vendita o locazione di edifici di superficie utile inferiore ai 1000 m2. Obbligatorio da luglio 2009 per vendita e locazione di singole unità immobiliari.
3.1	Caldaie ad elevato rendimento (a condensazione)	Obbligatorio per gli edifici nuovi e in caso di sostituzione della caldaia. Negli edifici di nuova costruzione con più di quattro unità abitative è obbligatorio l'impiego di impianti di riscaldamento centralizzati con sistema di gestione e contabilizzazione dei consumi individuali.
3.2	Pompe di calore ad elevato rendimento	Consigliato in tutte le nuove costruzioni e nelle ristrutturazioni di edifici esistenti non raggiunti dalla rete di gas metano.
3.3	Pannelli radianti e sistemi a bassa temperatura	Obbligatorio per gli edifici nuovi e quelli oggetto di ristrutturazione in combinazione con l'uso delle caldaie a condensazione e delle pompe di calore
3.4	Verifica dei fabbisogni di raffrescamento	Obbligatorio per gli edifici nuovi e per gli edifici oggetti di riqualificazione impiantistica appartenenti al settore terziario.
3.5	Condizionamento estivo con gruppi frigoriferi ad alta efficienza o ad assorbimento	Entrambe le soluzioni sono consigliate nel caso di installazione di nuovi impianti; in particolare i sistemi di raffrescamento ad assorbimento sono consigliati nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione o di sistemi di teleriscaldamento integrati con impianti solari termici.
3.6	Rete di Teleriscaldamento	Per aree di nuova urbanizzazione è necessario verificare la disponibilità nelle zone limitrofe di una rete di TLR esistente, di potenza e temperature adeguate; in caso favorevole si rende obbligatorio l'allacciamento. Nel caso non sia presente alcuna rete di TLR è necessario formulare un progetto di impianto cogenerativo e/o di TLR, di cui si evidenzino i vantaggi energetico - ambientali per confronto con altre soluzioni impiantistiche ad alta efficienza.
3.7	La cogenerazione e la micro - cogenerazione	Questa azione è destinata prevalentemente all'applicazione in campo pubblico, cioè ad edifici pubblici di proprietà comunale.
4.1	Dispositivi per il risparmio idrico	Obbligatorio per gli edifici nuovi e per quelli esistenti in caso di rifacimento dell'impianto idrico - sanitario.
4.2	Recupero acqua piovana	Obbligatorio nei settori in cui è elevato il ricorso ad acqua di processo non necessariamente di origine potabile.
5.1	Impianti solari termici	Obbligatorio per edifici di nuova costruzione e per interventi di ristrutturazione degli impianti termici esistenti.
5.2	Impianti solari fotovoltaici	Obbligatorio per gli edifici residenziali di nuova costruzione e consigliato in tutti gli altri edifici che presentino una buona esposizione a Sud ed elevate possibilità di integrazione dei pannelli fotovoltaici con la struttura architettonica.
5.3	Biomasse e Biogas	
6.1	Interventi sul sistema del verde	
6.2	Interventi sul sistema dell'Illuminazione pubblica	
7.1	Interventi di risparmio energetico per gli impianti semaforici	
7.2	Incentivazione all'uso della bicicletta - Sistema park and ride	
7.3	Incentivazione all'uso plurimo dell'auto - Car sharing e Car pooling	
7.4	Altri interventi di mobilità sostenibile	

Tabella 58 – Matrice priorità/prescrizioni

## 8 Illuminazione pubblica

---

Il servizio di pubblica illuminazione è essenziale per la vita cittadina dato che persegue le seguenti importanti funzionalità:

Garantire la visibilità nelle ore buie, dando la migliore fruibilità sia delle infrastrutture che degli spazi urbani secondo i criteri di destinazione urbanistica. Su 8760 ore annue in Italia ve ne sono in media circa 4000 che vengono considerate "notturne" con diverse necessità di luce artificiale, che viene fornita dagli impianti di illuminazione pubblica.

- Garantire la sicurezza per il traffico stradale veicolare al fine di evitare incidenti, perdita di informazioni sul tragitto e sulla segnaletica in genere. Per assicurare i valori di illuminamento minimi di sicurezza sulle strade con traffico veicolare, pedonale, misto, ecc. sono state emanate apposite norme che fissano i livelli di illuminamento in funzione della classificazione dell'area da illuminare.
- Conferire un maggiore "senso" di sicurezza fisica e psicologica alle persone: da sempre, l'illuminazione pubblica ha avuto la funzione di "vedere" e di "farsi vedere" e pertanto di acquisire un maggior senso di sicurezza che oggi è inteso come un deterrente alle aggressioni nonché da ausilio per le forze di pubblica sicurezza.
- Aumentare la qualità della vita sociale con l'incentivazione delle attività serali: con una adeguata illuminazione pubblica è possibile favorire il prolungamento, oltre il tramonto, delle attività commerciali e di intrattenimento all'aperto.
- Valorizzare le strutture architettoniche e ambientali: un impianto di illuminazione pubblica, adeguatamente dimensionato in intensità luminosa e resa cromatica, è di supporto alla valorizzazione e al miglior godimento delle strutture architettoniche e monumentali.

Questi obiettivi primari devono essere ottenuti cercando non solo di minimizzare i consumi energetici, ma anche contenendo il più possibile il flusso "disperso", concausa dell'inquinamento luminoso, dell'invasività della luce e dell'impatto sull'ambiente dell'intervento, sia integrando formalmente gli impianti con il territorio in cui vengono inseriti, sia con la scelta di materiali contestuali all'ambiente, ottimizzando i costi di esercizio e di manutenzione.

Pianificare quindi un intervento per migliorare l'efficienza energetica nel campo dell'illuminazione pubblica non comporta solo la messa in gioco di considerazioni tecniche ed economiche: in primis è necessario rispettare la normativa in materia di sicurezza stradale e quindi considerare le necessità dovute alla pubblica sicurezza, alla tutela del patrimonio artistico e alla incentivazione delle attività sociali. Solo dopo aver adempiuto a tali obblighi è possibile rivolgere i propri sforzi all'ottimizzazione dei costi di esercizio e manutenzione dell'impianto e al contenimento del flusso luminoso "disperso".



Le variabili in gioco per una adeguata illuminazione pubblica sono molte, in funzione sia delle caratteristiche ambientali e delle necessità e peculiarità dell'area da illuminare, che delle caratteristiche degli impianti già esistenti, su tale area e sui quali si vuole intervenire.

Il progettista è tenuto all'osservanza delle attuali normative in materia ossia:

- Regione Campania, Legge Regionale n. 12 del 25 luglio 2002, "Norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico da illuminazione esterna pubblica e privata a tutela dell'ambiente, per la tutela dell'attività svolta dagli osservatori astronomici professionali e non professionali e per la corretta valorizzazione dei centri storici".
- Norma EN 13201-2, 2004 "Illuminazione stradale - Requisiti prestazionali".
- Norma UNI 11248, 2007 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche". La presente Norma UNI 11248, 2007 fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo nella UNI EN 13201-2 mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica.

Adottando le precauzioni ed i consigli progettuali previsti nella norma UNI EN 13201-2, nella legge regionale campana LR N°12 del 25 luglio 2002 e nella norma italiana UNI 11248 si ottiene il perseguimento di tali obiettivi primari:

- a) controllo del flusso luminoso direttamente inviato al di sopra del piano dell'orizzonte;
- b) adozione dei valori minimi e massimi di luminanze e di illuminamenti previste dalle norme a seconda della tipologia di strada, o ambito da illuminare;
- c) adozione di lampade ad elevata efficienza;
- d) ottimizzazione degli impianti in termini di minimizzazione delle potenze installate e massimizzazione dei rapporti interdistanze altezza dei sostegni;
- e) adozione di sistemi per la riduzione del flusso luminoso;
- f) riduzione dell'abbagliamento diretto e controllo dei gradienti di luminanza.

## 8.1 Proposta di strategie innovative

La selezione delle migliori tra le strategie di intervento analizzate varia a seconda che si debba intervenire su impianti esistenti o si debbano realizzare impianti nuovi.

In particolare, laddove si riscontra per gli impianti esistenti la non corrispondenza alle normative (UNI 11248 e L.R. 12/2002), è necessario provvedere al completo o parziale rifacimento degli impianti.

Per cui soltanto dopo un serio studio di fattibilità, specifico per tipologia di strada, il progettista è tenuto a seguire criteri diversi a seconda se gli impianti siano nuovi o esistenti.

Per gli impianti nuovi i criteri da seguire sono:

- Minimo costo complessivo annuo. A parità di prestazioni, il progettista sceglierà tra tutte le soluzioni possibili quella che assicura il minor costo considerando la durata di vita dell'impianto.
- Minor costo di dismissione a fine vita dell'impianto.
- Ecosostenibilità. In Italia il Consiglio dei ministri ha recepito col Decreto legislativo n. 151 del 25 luglio 2005 la direttiva europea RAEE 2002/95/CE e 2002/96/CE relativa alla riduzione delle sostanze pericolose per la salute e per l'ambiente nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche e dello smaltimento dei rifiuti da esse derivanti.

Per gli impianti esistenti i criteri da seguire sono:

- Minor tempo di ritorno dell'investimento. Tra tutte le soluzioni possibili si sceglie quella che assicura un tempo di ritorno minore dell'investimento.
- Minor costo di dismissione a fine vita dell'impianto.
- Ecosostenibilità.

L'intervento previsto per gli impianti nuovi prevederà:

- Ottimizzazione del progetto
- L'impiego dei regolatori di flusso e di sistemi di telecontrollo per il funzionamento ad illuminamento costante
- L'impiego di sistemi di ottimizzazione della manutenzione
- L'applicazione di nuove tecnologie a LED laddove conveniente (isole ecologiche, semafori).
- Forme di finanziamento tramite terzi

L'intervento previsto per gli impianti esistenti prevederà:

- La sostituzione di lampade con altre a più alta efficienza
- L'impiego dei regolatori di flusso e di sistemi di telecontrollo per il funzionamento ad illuminamento costante
- L'impiego di sistemi di ottimizzazione della manutenzione
- L'applicazione di nuove tecnologie a LED laddove conveniente
- Individuazione degli impianti sovradimensionati laddove possibile
- Forme di finanziamento tramite terzi

## 8.2 Interventi per il Comune di Salerno

	2003	2004	2005	2006	2007
<b>SCUOLA MATERNA</b>	231.694	225.978	226.180	248.443	197.437
<b>SC.MAT. ED ELEMENTARE</b>	474.416	541.423	505.298	521.458	355.307
<b>SC.ELEMENTARE</b>	126.474	120.328	155.920	182.296	84.425
<b>SC. MEDIA</b>	306.560	282.749	318.728	298.512	260.039
<b>IMPIANTI SPORTIVI</b>	996.020	1.400.652	1.219.329	1.279.300	976.781
<b>UFFICI GIUDIZIARI</b>	1.519.366	1.716.147	1.606.376	1.633.712	977.547
<b>IMPIANTI SEMAFORICI</b>	216.488	208.749	222.915	286.000	232.685
<b>IMPIANTI SOLLEVAMENTO</b>	61.425	59.652	63.931	140.059	64.679
<b>STRUTTURE PUBBLICHE</b>	2.858.162	3.436.951	3.018.997	3.259.137	2.303.794
<b>ABITAZIONI COLLETTIVE</b>	22.654	43.094	37.016	17.492	21.829
<b>VARIE</b>	1.331.030	3.592.968	1.201.881	1.193.538	982.053
<b>PUBBLICA ILLUMINAZIONE</b>	14.289.431	12.202.220	12.295.688	13.853.622	10.202.715
<b>TOTALE</b>	<b>22.433.720</b>	<b>23.830.911</b>	<b>20.872.259</b>	<b>22.913.569</b>	<b>16.659.291</b>

Tabella 1 - Consumi elettrici delle strutture comunali (kWh/anno)

La Tabella 44 presenta i consumi elettrici annuali delle strutture comunali per ognuna delle tipologie di utenza considerate. La maggiore incidenza sui consumi elettrici, pari a circa il 60%, è rappresentata dalla voce "Illuminazione pubblica".

Nell'ambito del PEC del Comune di Salerno, per massimizzare le prestazioni degli impianti e minimizzare gli impatti negativi e il consumo energetico sono state valutate le seguenti categorie di intervento:

- Ottimizzazione del progetto (solo per eventuali impianti nuovi)
- Interventi sui componenti
- Interventi sui sistemi di alimentazione
- Ottimizzazione del piano di manutenzione
- Applicazioni di nuove tecnologie efficienti ed ecosostenibili (Led)
- Forme di finanziamento tramite terzi

Per ognuna di queste categorie è possibile evidenziare le soluzioni migliori in termini di:

- Economicità
- Risparmio energetico
- Sicurezza

### 8.2.1 Ottimizzazione del progetto di impianti nuovi

Ottimizzare il progetto di un impianto significa trovare tra tutte le possibili soluzioni quella che fornisce le prestazioni desiderate al minimo costo.

A volte è “come cercare un ago nel pagliaio” perché le soluzioni possibili possono essere anche milioni [61].

Esistono in commercio particolari software in cui inserendo tutti i parametri di un particolare sito aiutano il progettista nella scelta migliore.

Una progettazione illuminotecnica accurata deve ricercare la configurazione dell'impianto che meglio soddisfi le seguenti indicazioni:

- massimizzare il rapporto interdistanza su altezza palo
- minimizzare la potenza installata per chilometro di strada.

Per ottenere i risultati richiesti occorre scegliere accuratamente i corpi illuminanti normalmente preferendo ad esempio quelli che, a parità di condizioni con corpo con vetro piano orizzontale, sono caratterizzati da curve fotometriche molto aperte e fortemente asimmetriche lungo l'asse trasversale alla strada per riuscire a coprire in modo uniforme tutta la strada e le sue aree attinenti. Non sempre gli apparecchi che permettono la massimizzazione del rapporto interdistanza/altezza palo sono quelli da preferire in quanto a volte questa ottimizzazione non coincide con la minimizzazione della potenza installata (maggiori risparmi sui consumi energetici) o con la minimizzazione del numero di apparecchi installati (che si ottiene con la massimizzazione dell'interdistanza e minimizza i costi di installazione e di manutenzione).

### 8.2.2 Interventi sui componenti

Talvolta è opportuna la sostituzione dei componenti elettrici e delle sorgenti luminose con sorgenti di minore potenza allo scopo da un lato di evitare problemi di abbagliamento, dall'altro inutili sprechi di energia.

Risulta evidente che per la vastità di prodotti efficienti presenti sul mercato, il progettista può sempre stabilire nel particolare ambito di installazione quale è il più performante, consigliando dove occorre la sostituzione delle sole lampade o degli interi corpi illuminanti; inoltre egli deve prevedere lì dove le norme lo richiedono, l'impiego di regolatori di flusso luminoso. La logica di questo tipo di intervento non può che essere quella da un lato di rendere l'impianto di illuminazione rispondente alle attuali normative, dall'altro ottimizzare i costi adottando quelle tecnologie che richiedono un tempo di ritorno dell'investimento minore ed una sicurezza maggiore dell'utente (se si pensa ad esempio al numero di incidenti che potrebbe provocare una cattiva progettazione della luce). Le normative vigenti, impongono l'adozione di sorgenti luminose ad alta efficienza per cui nella fase di progettazione è obbligatorio individuare le sorgenti luminose inefficienti ( $\eta < 89 \text{lm/W}$   $\eta < 89 \text{lm/W}$ ) e prevederne la sostituzione.

### 8.2.3 Interventi sui sistemi di alimentazione

Tutti gli impianti di illuminazione esterna devono essere muniti di dispositivi di regolazione del flusso luminoso per la riduzione dei consumi energetici di almeno il 30 per cento dopo le ore 23 e dopo le ore 24 nel periodo di ora legale, Inoltre il rendimento di tali dispositivi non deve essere inferiore al 97 per cento. Per gli impianti di illuminazione di strade extraurbane e di quelle urbane, devono essere adottati dispositivi idonei alla riduzione automatica dei livelli di illuminamento/luminanza ai valori minimi mantenuti di progetto.

L'introduzione di sistemi per la riduzione del flusso luminoso è fortemente consigliata unitamente a sistemi di telecontrollo a distanza in quanto permette di conseguire notevoli risparmi. Il flusso luminoso emesso da una lampada può essere regolato dal valore massimo a un valore compatibile con il regolare funzionamento della stessa per mezzo di opportuni dispositivi detti appunto regolatori di flusso luminoso. Segue ora una breve descrizione di alcuni sistemi in commercio e dei vantaggi e svantaggi di ciascuno di essi [58].



Figura 72 – Vantaggi derivanti dall’uso dei regolatori di flusso

#### Impiego di regolatori di flusso luminoso centralizzati

I regolatori centralizzati di flusso luminoso permettono di controllare la tensione di alimentazione delle lampade sulla base di un programma preimpostato. Nell’arco di tempo di accensione dell’impianto di illuminazione il regolatore esegue automaticamente un ciclo di funzionamento nel quale si distinguono le seguenti fasi:

- Accensione- L’alimentatore presettato ad un valore di tensione minima durante l’attesa di un segnale che comanda la connessione alle lampade. Segnale che può derivare da una fotocellula oppure da un interruttore orario.

- Preriscaldamento- Il regolatore riceve il comando di accensione e genera in uscita una tensione di  $200 \div 205$  V per un tempo che varia dai 30 s ai 20 min., la tensione in questa fase è in ogni caso minore alla tensione nominale, onde evitare uno shock termico iniziale nelle lampade e consentire un regolare riscaldamento delle tali.
- Rampa di salita- Alla fine della fase di preriscaldamento il regolatore porta la tensione ai capi della lampada alla tensione nominale, seguendo una rampa di salita programmabile in base al tipo di lampade installate. In questo modo si evita di avere brusche variazioni d'illuminazione.
- Funzionamento a flusso nominale- Il regolatore eroga la tensione nominale affinché non percepisce il comando di riduzione di tensione.
- Rampa di discesa. La tensione viene fatta scendere, seguendo una rampa in discesa, fino a raggiungere una tensione che può variare da 170 V a 200 V. Il calo progressivo ha un duplice pregio, prima non fa notare brusche variazioni di illuminazione, secondo consente un adeguamento termico delle lampade onde evitare un prematuro spegnimento;
- Funzionamento a flusso ridotto. Il regolatore eroga una tensione che varia da 170 V a 200 V per un tempo determinato dalla programmazione del sistema di illuminazione. Un quadro di comando gestisce una o più linee a cui sono collegati più punti luce. La gestione è generalizzata alle linee collegate.

#### **Pro**

- tecnologia abbastanza consolidata;
- permettono di ottenere buoni i risultati con una spesa contenuta: 30-40 euro / punto luce ( valore medio con 100 punti luce a quadro);
- permettono una maggior durata di lampada, per effetto della stabilizzazione di tensione.

#### **Contro**

- non permettono la variazione differenziata dei punti luce;
- deve essere gestito e mantenuto nel tempo da personale qualificato.

#### **Reattori elettronici punto-punto dimmerabili:**

La regolazione del flusso avviene direttamente nel punto luce tramite un ballast elettronico.

#### **Pro**

- soluzione flessibile ed energeticamente efficiente;
- elevata durata della lampada (sono gli unici che garantiscono elevate durate nel tempo delle sorgenti per la loro precisa gestione delle grandezze elettriche: Watt, Ampere, Volt).

## **Contro**

- la certificazione del sistema ballast più apparecchio illuminante. Costo di mercato del solo ballast: 90-150 euro/punto luce.

## **Contro per ballast prearati in fabbrica**

- potrebbero non rispondere alle leggi regionali che impongono la riduzione ENTRO le 24;
- comando su cavo dedicato o con onde convogliate, oneroso (Costo del sistema completo del comando tra i 160 ed i 180 euro/punto luce).

## **Reattori punto-punto biregime**

Il flusso luminoso può essere o quello nominale (regime normale) oppure abbassato al 50% (regime ridotto).

## **Pro**

- soluzione affidabile e collaudata, a differenza dei reattori elettronici, e dai costi inferiori;
- costo, compreso comando, tra 120 e 140 euro/pl.

## **Contro**

- non incrementano la durata delle lampade in quanto non stabilizzano la tensione.

## **Regolatori di flusso telecontrollati**

Sono sistemi che tramite tecnologie GSM, GPRS, etc... permettono di gestire/monitorare/variare da una centrale operativa (che può essere un semplice PC), una serie di parametri legati all'impianto d'illuminazione. Essi permettono di controllare il quadro sino alla gestione e regolazione del singolo punto luce nel caso si adottino regolatori di tipo punto-punto oppure di un'intera linea se la scelta del progettista ricade sui regolatori centralizzati permettendo fra le varie funzioni di:

- ricevere allarmi;
- ricevere misure elettriche;
- modificare a distanza i parametri di funzionamento di un regolatore;
- comandare l'accensione di impianto;
- censire lo stato di fatto;
- programmare la manutenzione;
- comandare l'accensione di un tratto di strada tramite l'invio di un semplice SMS.



Il sistema di telecontrollo aggiunge ad un sistema di riduzione del flusso luminoso una gestione più completa ed integrata riducendo anche i costi non sempre quantificabili di manutenzione.

### **Sistemi con regolazione del flusso ad illuminamento costante**

Abbinando ad un sistema di regolazione continua un elemento fotosensibile ed una unità di controllo, è possibile trasformare un sistema di illuminazione a potenza costante in uno ad illuminamento costante, che risponde automaticamente sia alle variazioni di luce naturale che a quelle di luce artificiale in modo da mantenere costante nel tempo un desiderato livello d'illuminamento.

I risparmi di energia che così si ottengono possono essere significativi, soprattutto perché è possibile compensare gli inevitabili sprechi di energia legati al sovradimensionamento degli impianti. Infatti, con il regolatore si può diminuire la potenza fornita alle lampade al valore a cui corrisponde il valore mantenuto di progetto della luminanza media. La luminanza artificiale è poi mantenuta costante nel tempo fornendo alle lampade una potenza lentamente crescente e tale da compensare le perdite graduali di luce. In tal modo, le lampade saranno alimentate a piena potenza solo al momento della loro sostituzione, e non durante tutta la durata della vita delle lampade.

I risparmi ottenibili dalla stabilizzazione e dalla regolazione dipendono in gran parte dallo stato dell'impianto in esame e dalla tipologia delle lampade alimentate.

Nella tabella 2 sottostante sono indicati i differenti valori che si ottengono utilizzando, come riferimento per il calcolo della percentuale di risparmio, il valore nominale della tensione di rete e lampade non eccessivamente deteriorate.

Tipo di lampada	Valore min. di tensione ammissibile	Risparmio energetico
Sodio alta pressione	175V	45÷50%
Sodio bassa pressione	180V	35%
Vapori di mercurio	190V	26÷30%
Alogenuri metallici	175V	40%
Fluorescenza ad accensione convenzionale	180V	35÷45%
Fluorescenza per risparmio energetico	180V	30÷35%

Tabella 2

### **8.2.4 Ottimizzazione del piano di manutenzione**

Qualsiasi sia la scelta del progettista esisterà sempre la necessità di effettuare manutenzioni ordinarie programmate e straordinarie degli impianti. Anche in questo caso, esistono sul mercato

tecnologie in grado di mettere in piedi delle strategie tali da ottenere una manutenzione ottimizzata in termini di costi e di sicurezza; tali tecnologie sono quelle che impiegano sistemi di telecontrollo automatico degli impianti che permettono molteplici azioni possibili sull'intero parco luce.

### **8.2.5 Applicazioni di nuove tecnologie efficienti ed ecosostenibili**

Un buon progetto deve ricercare sul mercato quelle tecnologie che nei parametri di efficienza esaminati, posseggano in termini di consumo energetico e di impatto ambientale caratteristiche migliori rispetto alle sorgenti tradizionali, un esempio su tutti è quello della tecnologia led.

L'avvento dell'illuminazione a led è senz'altro da accogliere ed interpretare come una fertile opportunità. Il diodo luminoso di nuova generazione raccoglie in sé una serie di caratteristiche e prestazioni che si allineano ai parametri ritenuti oggi essenziali per un prodotto eco-compatibile [55]. In rapida sintesi:

- rispetto ai prodotti tradizionali (lampade a incandescenza, alogene, fluorescenti e a scarica) assai minore è la quantità di materia utilizzata nella fabbricazione;
- la drastica riduzione negli ingombri e dei pesi agevola e semplifica l'approvvigionamento di materiali, la produzione industriale, la movimentazione, l'imballaggio, il trasporto, la distribuzione commerciale, l'immagazzinaggio, la logistica, la dismissione;
- il LED non contiene sostanze tossiche o nocive;
- il LED emette quantità trascurabili di radiazioni UV e IR;
- le parti componenti del LED sono facilmente disaggregabili, smaltibili e riciclabili;
- ampiamente praticabile e conveniente, in termini economici e funzionali, è l'integrazione, in completa autonomia di esercizio, con tecnologie fotovoltaiche di sfruttamento dell'energia solare;
- efficienze e rendimenti sono elevati;
- molto lunga è la durata media di vita; il ciclo di vita di un prodotto LED è di circa cinque volte superiore a quello delle migliori lampade attualmente sul mercato;
- le basse potenze e i minimi ingombri aprono il campo all'uso modulare della fonte luminosa con positive ripercussioni sulla flessibilità d'uso dell'impianto di illuminazione ossia: facilità di parzializzazione, customizzazione, regolazione del flusso luminoso, gestione del colore.

I led non risentendo dell'effetto di cicli frequenti di on-off, presentano una durata di vita media di 50000-60000 ore a cui corrisponde sempre un decadimento medio di flusso attorno al 40%.

I led inoltre presentano un decadimento del flusso luminoso al trascorrere del tempo infatti i costruttori forniscono le relazioni tra le ore di funzionamento i lumen prodotti e la temperature di giunzione di utilizzo.

Attualmente si sente sempre più spesso discutere sull'impiego delle sorgenti luminose in tecnologia led per l'illuminazione stradale, un esempio su tutti è il comune di Torraca, primo comune al mondo ad adottare questa tecnologia.

Molti però sono stati gli studi per verificare se effettivamente la tecnologia led offra vantaggi circa l'aspetto che normalmente viene privilegiato dalle pubbliche amministrazioni ossia quello energetico-economico.

Da alcuni studi è emerso che la tecnologia a led non offre ancora quei vantaggi di efficienza che troppo ottimisticamente erano stati paventati e questo soprattutto perché da un lato il numero di prodotti per l'impiego stradale presenti sul mercato è ancora scarso, dall'altro perché i dati forniti dai costruttori delle lampade spesso non risultano essere veritieri [60, 61].

Si riporta ora una sintesi del lavoro svolto, per meglio comprendere quale è attualmente il gap tra le lampade tradizionali e quelle a led [62]; sono state prese in considerazione due categorie di strade pubbliche della larghezza di 6 metri, la ME3C e la meno stringente ME5 considerando 9 tipologie di lampade a led e 2200 di lampade tradizionali, già da questo si nota che il numero di prodotti a led considerati affidabili è molto minore di quelli tradizionali. Considerando poi le varie combinazioni ottenibili facendo variare i parametri geometrici (ottiche, altezza pali ecc.) si possono ottenere un certo numero di esplorazioni per le lampade a led e quelle tradizionali:

Numero di esplorazioni per apparecchi a led =  $9 \times 3000 = 6000$ ;

Numero di esplorazioni per apparecchi tradizionali =  $2200 \times 3000 = 6.600.000$ .

È stata poi ricercata la migliore soluzione in termini di economicità che è quella che massimizza l'interdistanza tra i corpi illuminanti in quanto prevede un numero minore di lampade per km, i risultati sono mostrati in Figura 2 e 3.

### Per una strada ME3C larga 6 metri

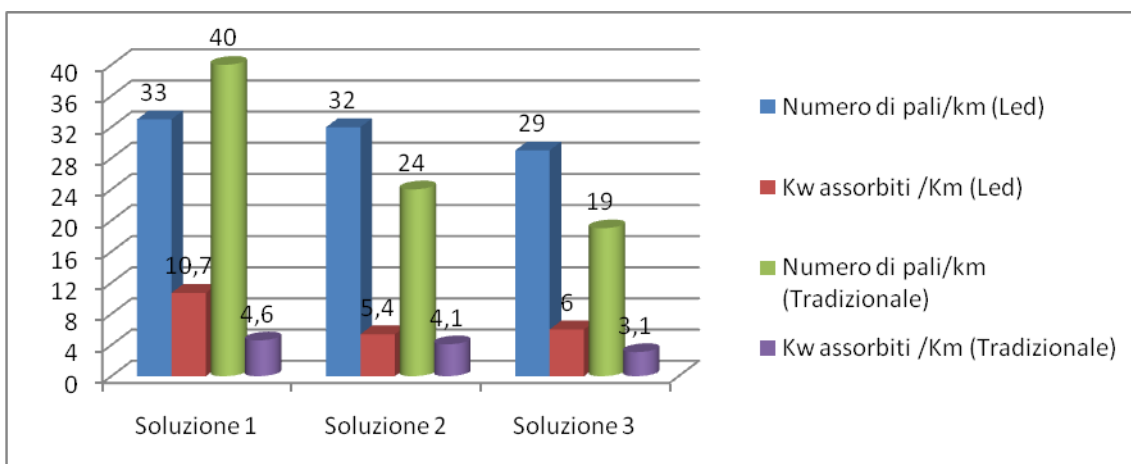


Figura 2 Confronto tra 3 tipologie di lampade a led e tradizionali in termini di numero di pali e potenza assorbita per km per una strada di categoria ME3C

Dal grafico si nota come la soluzione “ tradizionale” offre un risultato migliore sia in termini del numero di corpi illuminanti per km (19), sia per potenza assorbita per km (3,1), anche se è importante una buona progettazione in quanto si può notare sempre dal grafico che la migliore soluzione a led è comunque migliore della peggiore soluzione tradizionale.

### Per una strada ME5 larga 6 metri

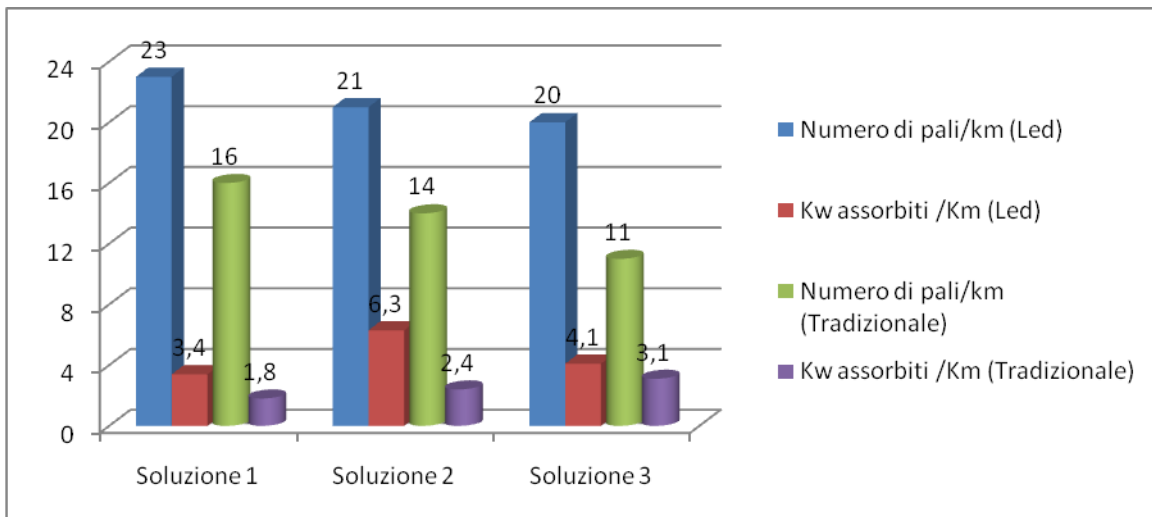


Figura 3-Confronto tra 3 tipologie di lampade a led e tradizionali in termini di numero di pali e potenza assorbita per km per una strada di categoria ME5.

Dal grafico si nota come per una categoria di strada “meno stringente, da un lato la soluzione “ tradizionale” offre un risultato migliore sia in termini del numero di corpi illuminanti per km (11), sia per potenza assorbita per km (3,1), dall’altro, anche la peggiore soluzione tradizionale è migliore della migliore soluzione a led [60].

### 8.2.6 Forme di finanziamento tramite terzi

Attualmente è possibile stipulare contratti full service con diverse società oppure arrivare persino a finanziare i propri impianti con finanziamenti tramite terzi per esempio con società ESCO (il Comune manterrebbe comunque la proprietà dei propri impianti).

Il Finanziamento Tramite Terzi - F.T.T. è definito dall'Art. 4 Direttiva 93/76/CEE del 1993 “per Finanziamento Tramite Terzi si intende la fornitura globale dei servizi di diagnosi, installazione, gestione, manutenzione e finanziamento di un investimento finalizzato al miglioramento dell’efficienza energetica secondo modalità per le quali il recupero del costo di questi servizi è in funzione, in tutto o in parte, del livello di risparmio energetico”.

Tale forma di finanziamento non è purtroppo particolarmente diffusa in Italia, anche se è un modo semplice ed efficace di investire sui risparmi. Le E.S.C.O. – Energy Service Company, sono compagnie promosse da tale direttiva, e possono essere genericamente definita come un’impresa

che sviluppa, finanzia e installa progetti volti al miglioramento dell'efficienza energetica e alla riduzione dei consumi. Esistono varie tipologie di ESCO:

- società indipendenti;
- società fornitrici di apparecchiature;
- Utility;
- agenzie ed authority nazionali o regionali;
- joint-venture pubblico-privato.

E' evidente che il Comune ha tutto il vantaggio a fare gare miranti ad affidare i servizi a terzi (pur mantenendo la proprietà degli impianti) a fronte di investimenti di ammodernamento e messa a norma, che in questo caso non deve sostenere (o deve sostenere solo in parte a seconda del contratto stipulato), per conseguire subito i risultati prefigurati, limitatamente di risparmio per la durata del contratto e successivamente per poter beneficiare completamente del risparmio conseguito.

La Esco diventa come una interfaccia che gestisce per il Comune con la sua competenza i finanziamenti, gli interventi di messa a norma e le manutenzioni [57].

I principali vantaggi per i comuni sono:

- nessun investimento;
- risparmi garantiti e condivisi;
- tecnologie garantite;
- gestione del risparmio energetico e possibilità di interventi futuri.

Questa forma di finanziamento non porta talvolta vantaggi economici immediati al Comune, ma una serie di vantaggi pratici non diversamente conseguibili e di valore ben superiore:

- possibilità di messa a norma degli impianti in pochissimi mesi, con una immediata qualità della luce e visibilità;
- degli interventi;
- riduzione di ogni forma di deficienza manutentiva, di pronto intervento, etc..;
- terzializzazione e completo disimpegno da un servizio talvolta complicato da gestire;
- trovare un partner che ha gli stessi obiettivi di fare impianti ad elevato contenuto tecnologico e ad elevate performance per conseguire un risparmio energetico sicuro da cui trarne il massimo vantaggio e beneficio (anche economico): più il Comune risparmia più la Esco guadagna e questo si può ottenere se le cose si fanno bene e di qualità.

## 8.3 Impiego di regolatori di flusso e sistemi di telecontrollo per il funzionamento ad illuminamento costante

Il parco lampade del Comune di Salerno è quasi esclusivamente costituito da lampade al sodio ad alta pressione per un numero complessivo di 25000 corpi illuminanti di potenza 150-250 W.

Essendo tali lampade ad elevata efficienza non si ritiene attualmente necessaria la loro sostituzione.

Considerando che il 10% circa delle lampade è già dotato di regolatori, si può intervenire su circa 22500 corpi illuminati.

I consumi medi annui imputati alla illuminazione stradale tra gli anni 2003-2007 sono:

**$C_{\text{matot}}=12.568.735$  kWh/anno (consumo medio annuo)**

da cui bisogna sottrarre l'energia consumata dai corpi già dotati di regolatori che per una stima di massima si possono ipotizzare attorno all' 8% (20% in meno perché con regolatori):

**$C_{\text{ma}}=11.563.236$  kWh/anno (consumo medio annuo delle lampade sprovviste di regolatori)**

Ipotizzando che le lampade possano beneficiare del ciclo di funzionamento a tensione ridotta per un periodo pari al 50% dell'intero impiego e tenendo presente che grazie ad esso si riesce ad ottenere una riduzione oraria media dei consumi pari al 40% rispetto a quelli nominali, i consumi ipotizzati installando i regolatori (considerando 4380 ore di funzionamento all'anno delle lampade, un ciclo di funzionamento di 12 ore al giorno di cui 6 ore a flusso ridotto) saranno pari a:

**$C_{\text{mareg}}=9.250.589$  kWh/anno (consumo medio annuo con regolatori)**

Con un risparmio energetico medio annuo conseguente all'installazione dei regolatori pari al 20% del consumo energetico senza regolatori:

**$R_{\text{en}}= 2.312.647$  kWh/anno (risparmio energetico medio annuo)**

Che tradotto in euro considerando il costo del singolo kWh (0,16 euro/kWh) previsto per l'illuminazione pubblica:

**$R_{\text{euro}}= 370.023$  euro (risparmio medio annuo in euro)**

Considerato la possibilità che non tutte le lampade vengano dotate di regolatore di flusso si presentano di seguito i dati di riepilogo relativi ad un singolo regolatore di flusso di potenza 15kVA idoneo al controllo di 75 lampade (visto che le lampade installate hanno una potenza di 150W o 250W si considera una potenza media 200W per lampada).

Il costo del regolatore (comprensivo dei costi di installazione) è di 8000 €.

Intervento	Investimento incrementale [€]	Variazione consumi [kWh/anno]	Risparmio di costo energetico [€/anno]	Periodo di ritorno semplice [anni]
Installazione di un singolo regolare di flusso da 15kVA (75 lampade)	8000	-7708	1233	6,4

### 8.3.1 Impiego di lampade semaforiche a led.

Per la città di Salerno il consumo dei semafori incide per il 2% sul totale della pubblica illuminazione corrispondente ad una spesa annua di più di 35.000 €/anno per l'energia elettrica dei semafori, cui vanno aggiunti i costi di manutenzione (pulizia, sostituzione periodica lampade, ecc.).

Le possibilità di risparmio energetico ed economico in questo campo possono quindi essere molto interessanti. Molte aziende producono nuove lampade semaforiche formate da gruppi di led.

I principali vantaggi della lampada a led rispetto alle lampade a filamento sono:

- minor consumo (fino al 93% in meno),
- maggiore durata media (oltre 20 volte in più),
- forte riduzione della manutenzione (maggior durata, assenza di parabola),
- maggiore sicurezza (migliore visibilità in condizioni critiche ed elevata affidabilità della lampada).

I led utilizzati per la costruzione della lampada per tale applicazione hanno una vita media stimata di circa 100.000 ore contro le 5.000 di una lampada ad incandescenza. La lampada consuma meno a parità di luminosità.

L'intensità luminosa non subisce alterazioni da parte del filtro (nel caso del rosso, per esempio, il vetro colorato fa passare solo il 20% della luce emessa da una lampada ad incandescenza) in quanto la luce emessa dai led è già colorata. Essendo la luce del led monocromatica risulta particolarmente brillante.

I led hanno una ridotta perdita di luminosità nel tempo e sono poco sensibili alle vibrazioni; hanno quindi vita media più lunga in impegni particolarmente gravosi.

Sul mercato sono reperibili delle lampade le cui forme e dimensioni ne permettono l'installazione sulle strutture già esistenti senza bisogno di adottare alcuna modifica.

Di seguito vengono riportati i dati relativi alla sostituzione di una singola lampada semaforica ad incandescenza con una a led. La lampada a led (utilizzabile sia per una lanterna da 200mm che da 300mm) ha una potenza di circa 10Watt.

<b>Intervento</b>	<b>Investimento incrementale [€]</b>	<b>Variazione consumi [kWh/anno]</b>	<b>Risparmio di costo energetico [€/anno]</b>	<b>Periodo di ritorno semplice [anni]</b>
<b>Sostituzione di una singola lampada ad incandescenza da 100 W</b>	<b>82</b>	<b>-0,9*876=-700</b>	<b>126</b>	<b>0,65 (7,8 mesi)</b>

Ipotizzando la sostituzione dell'intero parco di lampade semaforiche del Comune di Salerno si avrebbe un risparmio complessivo di energia di circa 200.000 kWh/anno, 32.000 €/anno ed un tempo di ritorno dell'investimento di circa 8 mesi.



## 9 Uso del verde

### 9.1.1 Giardini pensili

Si va diffondendo in diversi comuni il ricorso alla promozione del verde sulle terrazze come mezzo per limitare i carichi termici estivi per gli ultimi piani, per contribuire alla conversione di CO<sub>2</sub>, al filtraggio delle polveri sottili [66] ed alla ritenzione idrica, e più in generale come strumento per migliorare la qualità architettonica delle città [30]. La realizzazione di spazi verdi integrati con gli edifici è esplicitamente citato nel RUEC del Comune di Salerno (Art.226.1) tra gli interventi di architettura bio-ecologia da promuovere e sostenere [54].



Figura 73 - Ricostruzione degli antichi giardini pensili di Babilonia

Le regole che sovrintendono il settore sono riunite nella Norma UNI 11235. Incentivi volumetrici ed economici sono stati inseriti di recente nel regolamento edilizio del Comune di Reggio Emilia. Le norme prevedono, tra l'altro, la realizzazione di verde pensile per più del 50% della superficie di copertura.

### 9.1.2 Orti urbani

Di particolare interesse è il fenomeno della diffusione di orti urbani, anche sui terrazzi. Le finalità iniziali sono state soprattutto di tipo sociale, con il recupero di spazi per il tempo libero e la socializzazione, in particolare per gli anziani. I benefici energetici ed ambientali di questa pratica sono però molteplici: oltre a tutti i benefici citati in questa pagina, legati all'uso del verde sulle terrazze (migliore isolamento termico, riduzione della impermeabilizzazione dei suoli, riduzione delle temperature superficiali e miglioramento del rendimento dei pannelli fotovoltaici, assorbimento della CO<sub>2</sub> e delle polveri sottili), vanno considerati almeno altri due aspetti: il minor ricorso ai fertilizzanti (derivati dal petrolio) connesso al ricorso a metodi di agricoltura biologica e l'accorciamento della filiera agro-alimentare connessa alla produzione, al trasporto ed al consumo dei prodotti.

Un'ampia sperimentazione è stata condotta dalla FAO in alcune città egiziane. In Italia sono in corso numerosi progetti, in particolare a Torino, dove la pratica degli orti urbani è piuttosto diffusa

da diversi decenni, alimentata dalle iniziative dei primi immigrati meridionali alla ricerca di spazi nei quali ritrovare un legame con la terra di origine. Un progetto pilota ("Orti di città") è stato portato avanti negli ultimi anni da Legambiente sul territorio del Parco Archeologico di Pontecagnano, con l'assegnazione di 35 lotti da coltivare.



Figura 74 – Orti urbani su terrazzi di copertura

### 9.1.3 Tecnologie e norme

Esistono diverse modalità realizzative per impiantare il verde sui terrazzi, che differiscono per fruibilità (superficie calpestabile o meno), esigenze e costi di manutenzione, pesi e relativi carichi statici sulla copertura, costi di realizzazione ed esigenze climatiche e di insolazione. Le principali tipologie sono Estensivo, Intensivo leggero e Intensivo. Costi ed esigenze di manutenzione crescono andando dall'estensivo all'intensivo, come pure la fruibilità della superficie. Il peso va dai 130-180 kg/mq per l'estensivo, ai 225-400 per l'intensivo leggero ai 400-1500 per l'intensivo. Una descrizione più dettagliata delle caratteristiche delle coperture a verde di tipo estensivo ed intensivo è reperibile sul sito dell'Associazione Italiana Verde Pensile.

Il Comune di Bolzano, uno dei più avanzati in Italia in tema energetico-ambientale, ha proposto un indice di riduzione dell'impatto edilizio (RIE). Il RIE è un indice numerico di qualità ambientale applicato al lotto edificabile con il fine di certificare la qualità dell'intervento edilizio rispetto alla permeabilità del suolo e rispetto al verde. E' possibile scaricare un software per la sua determinazione sul sito del Comune di Bolzano.

Le regole che sovrintendono il settore sono riunite nella Norma UNI 11235 (Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde), che può essere acquistata presso il sito dell'UNI.

Il DPR 02/04/2009 ("Regolamento recante attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b) del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia") prevede ed incentiva esplicitamente l'adozione delle coperture a verde. Il fatto che le coperture a verde siano inserite nel contesto del risparmio energetico estivo dovrebbe semplificare la documentazione da presentare per ottenere lo sgravio Irp del 55%. Il

contributo del 55% e l'abbassamento a 500 millesimi della maggioranza necessaria nelle assemblee condominiali produrrà certamente una crescita del mercato del Verde Pensile. Si può prevedere infatti che si manifesterà interesse da parte di un tipo di una committenza sostanzialmente nuova (famiglie, condomini ...), in particolare per la trasformazione di lastrici solari.

#### **9.1.4 Riduzione della CO<sub>2</sub>**

Come è noto, in presenza di luce le piante assorbono CO<sub>2</sub> durante il processo di respirazione, rilasciando ossigeno (fenomeno della fotosintesi clorofilliana). E' stato stimato che un albero di grandi dimensioni può assorbire un quantitativo di CO<sub>2</sub> dell'ordine di 22 kg per anno [31]. Secondo altri dati, un ettaro di bosco assorbirebbe dalle 5 alle 6 tonnellate di CO<sub>2</sub> per anno. E' utile quindi stimare il contributo che la presenza di vegetazione può fornire in termini di assorbimento della CO<sub>2</sub> emessa dai processi di combustione.

Dato che, in prima approssimazione, la combustione di un Normal metro cubo di metano produce circa 2 kg di CO<sub>2</sub>, si deduce che per assorbire la CO<sub>2</sub> corrispondente al consumo totale di metano sul territorio (circa 30 milioni di Nmc per anno, a cui corrisponderebbe la produzione di circa 60.000 t/anno di CO<sub>2</sub>) sarebbero necessari circa 109 kmq di bosco, corrispondenti quasi al doppio del territorio comunale (pari a 58,96 kmq [68]). L'obiettivo di equilibrare i consumi di CO<sub>2</sub> soltanto attraverso una riforestazione da effettuarsi in loco non è quindi perseguibile. Va però osservato come, rispetto agli obiettivi di riduzione della CO<sub>2</sub>, è possibile prevedere di riforestare anche in luoghi diversi rispetto al luogo di produzione della CO<sub>2</sub>, dato che l'effetto serra ha dimensioni planetarie e non locali. Una riforestazione locale presenterebbe però ulteriori vantaggi in termini di miglioramento del ciclo delle acque, assorbimento del particolato atmosferico, riduzione dei carichi termici estivi, effetto frangivento. In tale quadro, è da considerare come la disponibilità di vegetazione in un ambito geograficamente prossimo alla città consentirebbe anche la possibile utilizzazione delle biomasse come combustibile. Ciò permetterebbe di limitare il ricorso ad un certo quantitativo di combustibili fossili, migliorando il bilancio complessivo in termini di produzione di CO<sub>2</sub>. Un ulteriore beneficio sarebbe legato al fatto che, secondo alcuni studi, un bosco in fase di crescita assorbe un maggiore quantitativo di CO<sub>2</sub> rispetto ad un bosco maturo [67].

La scelta di localizzare la vegetazione all'interno delle aree urbane o sulle terrazze presenta dei vantaggi anche in termini di rischio di incendio, che sono decisamente minori rispetto a quelli che caratterizzano una foresta localizzata al di fuori dell'abitato. Sugli effetti degli incendi boschivi in termini di produzione di anidride carbonica si trovano in letteratura dati contrastanti. Secondo alcune fonti, ogni ettaro di foresta che va in fumo libera nell'aria fino a 14 tonnellate di anidride carbonica [72]. Secondo il CFS (Corpo Forestale dello Stato) un rogo libera tra le cinquanta e le cento tonnellate di anidride carbonica per ettaro, a cui corrisponderebbe un'emissione in Italia nel solo 2006 di circa 2.2 milioni di tonnellate [73]. Sebbene discordanti, questi dati indicano come per una foresta siano necessari diversi anni (da 3 a 20) per assorbire la quantità di CO<sub>2</sub> liberata da un incendio.

### 9.1.5 Riduzione delle polveri sottili

Riveste particolare interesse il contributo offerto dalla vegetazione per la riduzione dell'inquinamento urbano, ed in particolare per le polveri sottili, emesse in fase di combustione dalle caldaie e dai motori termici. Secondo alcuni studi [66], il maggiore contributo alla riduzione delle polveri sottili è attribuibile agli alberi di alto fusto. La specifica capacità di riduzione del particolato varia, oltre che per le dimensioni dell'albero, in funzione della specie e della sua localizzazione all'interno della città. La massima efficacia si avrebbe per specie sempreverdi, che mantengono la chioma in diversi periodi dell'anno, e con piante dotate di foglie piccole, generalmente più efficaci nella riduzione delle polveri. Inoltre l'effetto della riduzione sarà più efficace laddove le piante si pongano come barriere alle zone di emissione (per esempio alberatura stradale) oppure nelle adiacenze di boschi urbani e suburbani, dove danno vita a strutture più complesse in grado di catturare meglio le polveri trasportate dall'atmosfera. In queste localizzazioni è stato calcolato che la rimozione delle polveri sottili PM10 nel breve periodo è pari al 13% [31].

La quantificazione dell'effetto di riduzione delle polveri è certamente uno degli aspetti più interessanti del fenomeno. Da uno studio condotto a Chicago (U.S.A.) dove la copertura arborea è stimata pari all'11% di superficie, è stato calcolato che in un anno gli alberi hanno rimosso dall'atmosfera 234 t di PM10. In questo ambiente un singolo albero di grandi dimensioni (con un tronco di circa 75 cm di diametro) rimuoverebbe quasi un chilogrammo di particolato sottile all'anno. Nel considerare invece tutti gli alberi, questo valore si attesta (sempre in studi su aree urbane nordamericane) intorno ai 60 g rimossi per albero all'anno.

Studi effettuati a Chicago [32] hanno mostrato come una foresta di 120 acri (circa 48 ettari) possa assorbire ogni giorno circa 2,5 kg di monossido di carbonio, 58 kg di ossido di zolfo, 11 kg di ossidi di azoto e 78 kg di particolato. Per quanto riguarda il particolato, se ne ricava una capacità di assorbimento pari a circa 0,58 tonnellate per ettaro per anno. E' interessante stimare, sulla base di questi dati, la superficie di foresta necessaria a neutralizzare il particolato originato dal traffico automobilistico. Mentre una valutazione puntuale delle emissioni è certamente difficile ed incerta, una stima può essere ottenuta a partire da valutazioni ricavate dal Centro Europeo per l'Ambiente e la Salute di Roma (organismo afferente all'Organizzazione Mondiale della Sanità) per il traffico veicolare di Roma per l'anno 2000, in cui le emissioni totali di particolato sono stimate in 1993 tonnellate per anno [69]. Ipotizzando, in prima approssimazione, che il tasso di produzione per abitante possa ritenersi costante, si ricava per la città di Salerno una produzione di 103 tonnellate per anno, per assorbire le quali sarebbero necessari 1,78 kmq di foresta, corrispondente a circa il 3% della superficie complessiva del Comune di Salerno, pari a 58,96 kmq.

### 9.1.6 Integrazione di giardini pensili con pannelli solari

Uno dei più grandi impianti fotovoltaici attualmente esistenti a Berlino è stato creato su un giardino pensile nell'UFA Complex [76] [77]. La presenza di vegetazione sul tetto, infatti, riduce sensibilmente le temperature. Alcuni studi condotti in Canada hanno mostrato come nei mesi estivi la superficie di terrazzi ricoperti con bitume può raggiungere i 70°C, mentre quella dei

giardini pensili non supera i 30°C. Le escursioni medie della temperatura giornaliera si riducono da circa 45°C a circa 6°C [75].



Figura 75 – Integrazione di pannelli fotovoltaici con verde su terrazzi di copertura

La riduzione delle temperature ha effetti benefici sui carichi termici del fabbricato, ma anche sui rendimenti di conversione dei pannelli fotovoltaici, la cui efficienza si riduce al crescere della temperatura. Per i pannelli al silicio cristallino, i più usati, la riduzione è dell'ordine dello 0,50 % per grado [78]. Una riduzione della temperatura media di 20 gradi produrrebbe quindi un aumento di rendimento del 10%, che si traduce in una maggiore potenza elettrica.

### **9.1.7 Riutilizzo delle acque**

Altre sinergie interessanti possono nascere anche dalla eventuale presenza di condizionatori sulle terrazze o nell'edificio: in questo caso si potrebbero riutilizzare le acque di condensa come acque di irrigazione, invece di disperderle nell'ambiente o riversarle nelle condotte di scarico.

## 10 Azioni di informazione e sensibilizzazione

### 10.1.1 Sportello energia

Lo sportello energia è un servizio di *front office* di crescente diffusione nell'ambito di comuni e province italiani. Il servizio risponde all'impellente esigenza di fornire maggiori informazioni riguardanti il risparmio energetico e lo sviluppo delle fonti rinnovabili, anche al fine di tutelare i cittadini riguardo alle molte discordanti offerte ed informazioni, spesso di non facile valutazione, presenti in questo mercato. Diversi studi hanno rilevato una scarsa competenza e consapevolezza in merito alle problematiche energetico-ambientali, in un contesto nel quale la soluzione non può essere soltanto demandata ad enti ed istituzioni, ma richiede l'adozione di comportamenti consapevoli da parte dei cittadini. Il coinvolgimento attivo dei cittadini nella ricerca di soluzioni ai problemi energetici ed ambientali è anche una delle priorità della UE, attraverso i suoi programmi d'azione come "Ambiente 2010" [79]. Iniziative in tal senso sono in corso da parte di diversi comuni italiani, come Pesaro [80], Parma [81] e Venezia [82].

Nell'ambito delle attività dei gruppi di lavoro sul PEC, è stata svolta una indagine preliminare sugli Sportelli Energia attivi in dieci comuni italiani, al fine di contribuire a definire le caratteristiche di un servizio simile da implementare presso il Comune di Salerno. Lo Sportello Energia viene concepito, nella maggior parte dei casi, come uno strumento puntuale di informazione, di supporto tecnico, di progettazione e di consulenza amministrativa per il cittadino e per l'impresa; è quindi un'iniziativa a carattere pratico e divulgativo che vuole dare nozioni concrete e non solo teoriche. Nella Tabella 59 sono riportate le caratteristiche e le applicazioni prevalenti per i comuni esaminati.

COMUNI	DIAGNOSI ENERGETICA	CONTRACING	PROGETTAZIONE E FINANZIAMENTI	PIANIFICAZIONE	TUTORAGGIO PER L'AVVIO DI PROGETTI	ORGANIZZAZIONE DI CORSI DI FORMAZIONE	ORGANIZZAZIONE DI EVENTI	INDICAZIONI RIGUARDANTI AZIENDE DEL SETTORE	GRUPPI D'ACQUISTO
Parma				X	X	X	X		
Como	X	X		X					
Genova	X			X	X	X	X		
Milano	X		X		X	X			
Savona	X		X						
Fabriano	X		X						
Comuni torinesi	X	X	X	X	X	X			
Foligno								X	X
Padova									X
Latina						X	X		

Tabella 59 – Caratteristiche dello Sportello Energia in diversi comuni italiani

La classificazione ha tenuto conto di nove voci, così definite:

- Diagnosi energetica: analisi del patrimonio edilizio scolastico e delle infrastrutture più energivore a livello comunale (illuminazione pubblica, piscine, ecc..), allo scopo di poter

intervenire lì dove c'è più bisogno con contromisure atte a limitare il dispendio energetico inutile.

- Contracting: risparmio sulle bollette energetiche a carico delle Amministrazioni comunali attraverso la stipula di contratti economicamente più vantaggiosi.
- Progettazione e finanziamento: risparmio sulle bollette energetiche e utilizzo di energia proveniente da fonti rinnovabili attraverso la programmazione, sia tecnica che finanziaria, di interventi (anche a carattere sperimentale) sugli impianti e sugli involucri edilizi.
- Pianificazione: attività di pianificazione energetica a livello sovracomunale, per l'integrazione della variabile energetica negli strumenti regolatori e di pianificazione, ponendo particolare attenzione alle opportunità per le imprese locali e per il territorio.
- Tutoraggio all'avvio dei progetti: con tale servizio lo sportello si prefigge di accompagnare il cittadino nella scelta di soluzioni impiantistiche adatte alle sue esigenze, suggerendo, eventualmente, allo stesso il percorso di progettazione e di stipula di contratti interessanti l'ambito energetico.
- Organizzazione di corsi di formazioni: l'organizzazione di corsi di formazione a livello scolastico, ma anche a livello di impresa in modo da poter formare nel cittadino un'opinione critica sul consumo energetico, e sulle nuove forme di energia alternativa.
- Indicazioni riguardanti aziende del settore: solo in un sito si è trovato tale servizio che si rivolge al cittadino esclusivamente a titolo informativo, fornendo i contatti di aziende operanti sul territorio nel settore energetico, cui potersi rivolgere per richiedere eventualmente preventivi consulenze ecc.
- Gruppi d'acquisto: si intende pubblicizzare tale pratica che consente mettendo insieme più persone, con lo scopo di poter spuntare prezzi più convenienti sia per l'acquisto di energia sia per materiali che consentono di risparmiare energia (lampadine a risparmio energetico, ecc.) e di produrla (pannelli solari, inverter, ecc.).

In questo modo, si delinea uno sportello energia che è certamente in grado di fornire informazioni al pubblico, ma che principalmente si pone come uno strumento privilegiato per le Amministrazioni garantendo, in maniera integrata e trasversale, servizi di diagnosi energetica, contracting, pianificazione.

L'informazione di base dello sportello viene in genere supportata da schede tematiche sui temi legati all'energia: BIOMASSE, BIOGAS, SOLARE TERMICO, SOLARE FOTOVOLTAICO, EOLICO, IDROELETTRICO, RISPARMIO ENERGETICO. Le schede contengono le informazioni di maggiore utilità per i cittadini e sono disponibili sia in cartaceo sia allo Sportello e sul sito Internet.

Ogni scheda contiene la definizione della fonte energetica, gli impianti compatibili con il territorio, le infrastrutture necessarie, il materiale utilizzato per produrre energia, le tipologie di impianti per la produzione di energia termica e di energia elettrica. Ai dati tecnici si aggiungono informazioni di natura pratica come: costi/tempi di ammortamento, vantaggi e svantaggi, normativa di riferimento, autorizzazioni amministrative necessarie, incentivi ed agevolazioni, esperienze pilota, aziende e professionisti di riferimento, altre notizie eventuali.

Attenzione peculiare è posta nella realizzazione del sito web, utilizzato come strumento di comunicazione privilegiato. Lo sviluppo di questi strumenti, in particolare, ha reso possibile un confronto più aperto tra cittadini ed amministrazioni, facendo emergere suggerimenti utili e feedback in merito alle azioni intraprese in questo settore.



## 10.2 Mobilità sostenibile

Si sono esaminati i risultati di una recente ricerca svolta su 50 città italiane [74]. L'indagine è stata curata da Euromobility e Kyotoclub, in collaborazione con Assogasliquidi ed Ecogas e con il patrocinio del Ministero dell'Ambiente.

In base ai risultati pubblicati, Salerno occupa il 44° posto (su 50) nella classifica generale. In particolare, risulta carente in termini di standard emissivo dei veicoli, di offerta di trasporto pubblico. Non risultano inoltre disponibili dati sulla qualità dell'aria, sulle piste ciclabili e sulla misurazione dei livelli di qualità dell'aria e delle polveri sottili.

### 10.2.1 Parcheggi solari

Una possibile proposta in tema di mobilità sostenibile e di riduzione dei consumi energetici e dell'inquinamento atmosferico legato al traffico veicolare potrebbe essere la istituzione di uno o più parcheggi per auto elettriche e/o ibride con stazioni di ricarica provviste di connessioni alla rete elettrica e di pannelli fotovoltaici.

La presenza dei pannelli fotovoltaici, oltre a consentire la ricarica delle batterie, riduce l'insolazione nelle vetture, limitando il ricorso al condizionamento nel periodo estivo, con ulteriori risparmi energetici. La stazione potrebbe ricaricare dei taxi elettrici, o anche delle navette elettriche o ibride destinate a servizi comunali o anche a collegare Salerno con il Campus di Fisciano. In tal caso, un parcheggio simile potrebbe essere collocato all'interno del Campus.

Diverse proposte di realizzazione di parcheggi solari sono descritte in letteratura [64] [65].

### 10.2.2 Car Pooling

Una delle modalità più interessanti in tema di mobilità sostenibile è il "car-pooling", ovvero l'"auto di gruppo". Questo tipo di trasporto consiste nella condivisione di automobili private tra un gruppo di persone, con il fine principale di ridurre i costi del trasporto. È uno degli ambiti di intervento della mobilità sostenibile. Un beneficio direttamente correlato alla riduzione dei costi è la riduzione dei consumi energetici connessi al trasporto e delle relative emissioni inquinanti, oltre al decongestionamento del traffico e dei parcheggi. Uno o più dei soggetti coinvolti mettono a disposizione il proprio veicolo, eventualmente alternandosi nell'utilizzo, mentre gli altri contribuiscono a coprire una parte delle spese sostenute dagli autisti. Questa modalità di trasporto è particolarmente diffusa in ambienti lavorativi o universitari, dove diversi soggetti, che percorrono la medesima tratta nella stessa fascia oraria, spontaneamente si accordano per viaggiare insieme.

La pratica del condividere l'auto è maggiormente diffusa nei paesi del nord Europa e negli Stati Uniti dove esistono associazioni specifiche e dove la pratica è prevista anche nella segnaletica stradale, mentre trova tuttora scarsa applicazione in Italia[85].

Negli ultimi anni sono stati proposti anche in Italia sistemi informatici di supporto al Car Pooling, sia residenti su internet che destinati ad essere adoperati da Mobility Manager di aziende o enti

pubblici. E' possibile classificare tali sistemi in base al principio di funzionamento, identificando in particolare due diversi gruppi di riferimento:

- sistemi “a bacheca”, promossi attraverso portali internet e rivolti ai singoli viaggiatori, che possono pubblicare e ricercare annunci nei quali sono indicati orari, punti di partenza ed arrivo e recapiti degli altri utenti che desiderino condividere il viaggio;
- sistemi di gestione centralizzata, generalmente software proprietari, gestiti da Mobility Manager, che prevedono l’inserimento dei dati relativi alle esigenze di mobilità degli utenti, poi associati in modo automatico in base ad algoritmi predefiniti.

Tra i progetti di Car Pooling attivi attualmente in Italia, un esempio molto interessante è stato sviluppato in partenariato dalla Provincia di Bergamo, dal Comune di Bergamo, all’ACI di Bergamo, da una serie di aziende e con l’importante contributo di una radio locale (Radio Antenna2) [86]. Tale sistema ha caratteristiche ibride, in quanto prevede una gestione centralizzata delle associazioni (contatto telefonico con gli Animatori del servizio) ma adopera il web per coinvolgere utenti non accomunati dalla sede di lavoro.

Un altro esempio interessante è rappresentato dal progetto di Car Pooling promosso dal Consorzio dei Comuni della Provincia di Bolzano [87]. Il sito riporta un elenco dei luoghi di partenza e di arrivo e dei relativi orari, dei giorni della settimana in cui è attivo l’equipaggio ed altri dettagli (fumatori, giorno di inizio validità ecc.). Questo è un sistema puramente “a bacheca”, in quanto sul sito internet sono disponibili i contatti telefonici diretti di chi pubblica l’annuncio, consentendo agli utenti di organizzarsi autonomamente. Sul web sono disponibili numerosi sistemi analoghi, basati sulla pubblicazione libera di annunci da parte degli utenti, tuttavia riscontrano in genere un limitato successo a causa della difficoltà di incontro delle esigenze di utenti dispersi sull’intero territorio nazionale; il caso di Bolzano si differenzia in quanto il sistema si rivolge ad uno specifico contesto territoriale e può vantare una buona promozione da parte degli enti locali, elementi chiave per il raggiungimento del volume critico di utenti necessario al successo dell’iniziativa.

Riguardo al territorio salernitano, è da segnalare un progetto (Progetto Mercurio, [88]) finalizzato all’istituzione di un servizio di Car Pooling per i collegamenti tra Salerno (ed il territorio connesso) ed il Campus di Fisciano. Il progetto ha già ricevuto il patrocinio della Provincia di Salerno e del Comune di Salerno ed un finanziamento da parte del POGAS (oggi Ministero della Gioventù), ai sensi del bando del concorso “Giovani Idee Cambiano l’Italia”. Il sistema presenta caratteristiche ibride, in quanto si basa su di una elaborazione centralizzata automatizzata delle richieste, ma adopera internet e la telefonia cellulare per dialogare costantemente con gli utenti.

## 11 Potenzialità delle fonti di energia rinnovabile

### 11.1.1 Generalità

Si analizzano nei prossimi capitoli le potenzialità legate alle fonti di energia rinnovabile. In particolare, vengono esaminate la fonte solare, con particolare riferimento al fotovoltaico, l'energia eolica, l'energia idroelettrica, l'energia ottenibile dal mare e le biomasse.

### 11.1.2 Energia Solare Fotovoltaica

Negli ultimi anni, la fonte solare fotovoltaica continua a manifestare una notevole crescita in Italia. Secondo recenti studi [100], l'incremento medio annuo stimato per il periodo 2005-2010 è del 119%, con una crescita maggiore rispetto alla media europea, che è invece stimata attorno al 26% (indice CAGR, Figura 76). In Italia infatti si prevede una crescita costante, a differenza di altri paesi. In particolare, per la Germania e la Spagna, che hanno rappresentato i due mercati chiave in Europa, è prevista una significativa decrescita riconducibile al cambiamento delle politiche di incentivo dopo il boom del 2008. Nel caso italiano, l'incremento più significativo è stato registrato dal 2006 al 2007 (Figura 77), anche a seguito della introduzione del "Nuovo Conto Energia" [99].

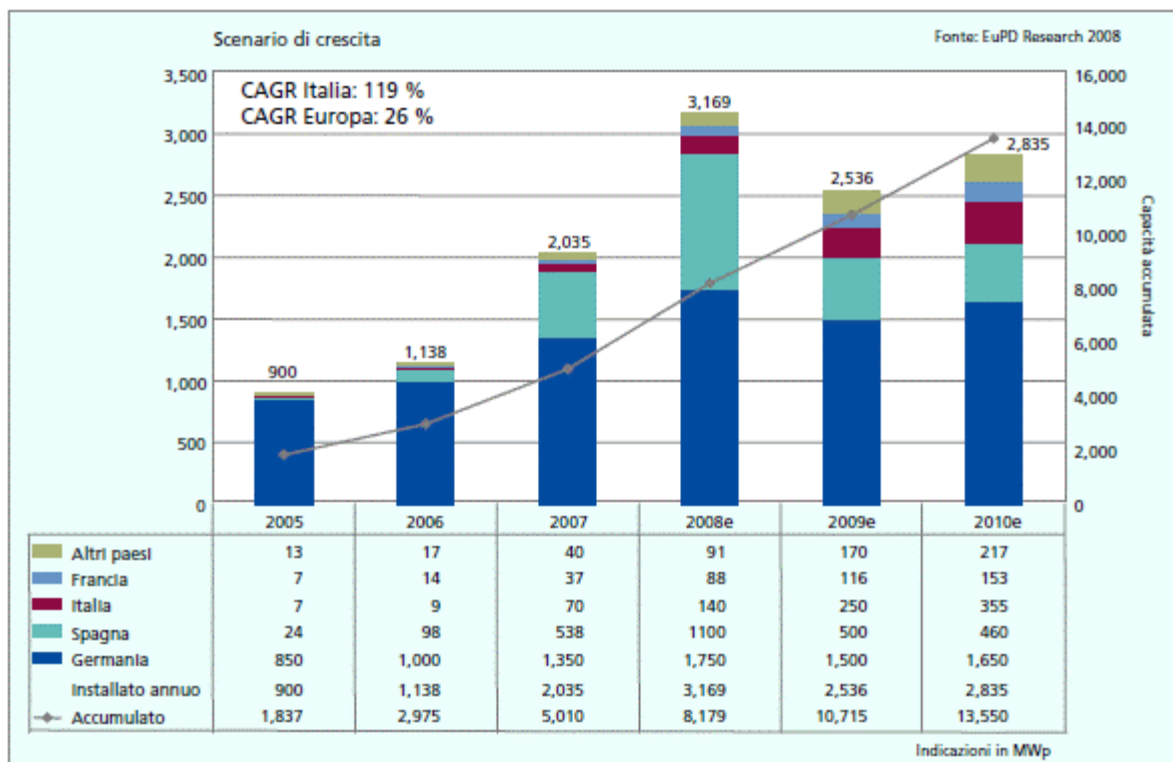


Figura 76 - Scenario di crescita del fotovoltaico in Europa [100]

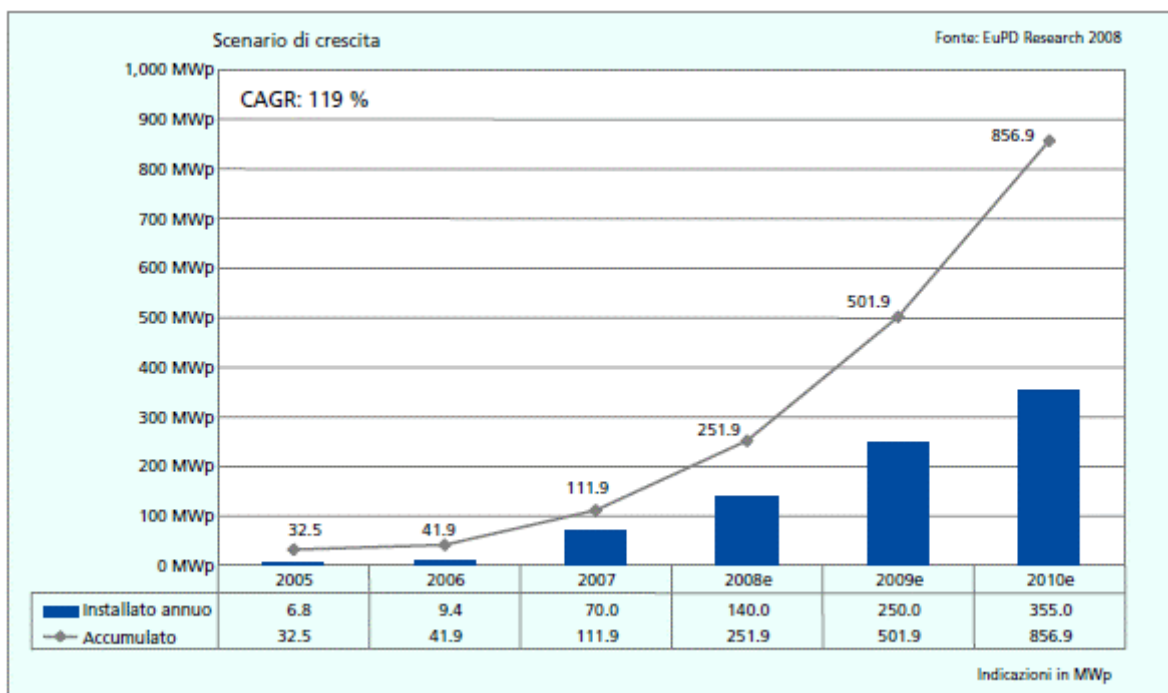


Figura 77 - Scenario di crescita del fotovoltaico in Italia [100]

Il quadro si fa più pessimistico focalizzando l'ambito locale. La crescita della fonte solare fotovoltaica è infatti relativamente piuttosto limitata in Campania, che si colloca al 14° posto a livello nazionale nella classifica delle regioni italiane delle installazioni di fotovoltaico nell'ambito del "Conto Energia" [99], con circa 0.2 W per abitante, nonostante abbia potenzialità di gran lunga superiori alle regioni del nord [90]. In tale contesto, la provincia di Salerno si colloca appena sopra la media regionale, con 252 KW installati nell'ambito del Conto Energia, corrispondenti a circa 0.23 W per abitante.

Il nuovo Conto Energia [99] prevede degli incentivi sulla produzione di energia da fotovoltaico, secondo il seguente schema:

Taglia di potenza (kW)	Incentivo (€/kWh)		
	Non integrato	Parzialmente integrato	Integrato
1-3	0.40	0.44	0.49
3-20	0.38	0.42	0.46
>20	0.36	0.40	0.44

Tabella 60 – Gli incentivi del nuovo Conto Energia

L'incentivo è decrescente con la taglia di potenza dell'impianto, e dipende dal tipo di integrazione realizzata con gli elementi architettonici e costruttivi, secondo le seguenti tre categorie:




Sistemi non integrati	I moduli sono posti su costruzioni a terra.	
Sistemi fotovoltaici parzialmente integrati	Sono aggiunti alla struttura di un edificio. Moduli non flessibili sono fissati ad esempio sopra il tetto.	
Sistemi fotovoltaici integrati architettonicamente (BIPV):	Sostituiscono un altro elemento di un edificio.	

Tabella 61 – Livelli di integrazione dei moduli fotovoltaici (da [100])

---

## 12 Potenziale fotovoltaico per il comune di Salerno<sup>28</sup>

---

### 12.1.1 Introduzione

Questa sezione ha come oggetto lo studio del potenziale fotovoltaico sul territorio del Comune di Salerno tramite una metodologia di indagine di carattere generale che illustra l'approccio da utilizzare al fine di calcolare il potenziale fotovoltaico nell'ambito di uno specifico territorio.

L'analisi dei possibili scenari di diffusione della tecnologia fotovoltaica comporta come primo passo operativo la valutazione del potenziale massimo di diffusione che il binomio territorio-infrastrutture locali è in grado di assorbire.

In questo senso, sulla base della considerazione per la quale la tecnologia fotovoltaica risulta essere una tecnologia di produzione elettrica a bassa densità energetica (alto rapporto superficie occupata rispetto a energia prodotta), si procede nell'analisi metodologica di valutazione del potenziale massimo.

In linea teorica, a valle di valutazioni preliminari sui dati di censimento, di analisi urbanistica e di indagine sui terreni comunali, vengono individuate le coperture degli edifici: in particolare, tramite una specifica analisi del territorio, si procede alla determinazione della superficie urbanizzata netta, utile all'installazione degli impianti in esame. A questo punto, si procede classificando le superfici a seconda dell'esposizione e, per ciascuna di queste, si valutano le energie specifiche captabili (kWh/m<sup>2</sup>). Infine, si valuta la potenza teorica massima installabile e la relativa energia elettrica producibile nell'arco di un anno e le emissioni nocive evitate.

---

<sup>28</sup> Questo capitolo è stato sviluppato dal prof. Antonio Piccolo e dall'ing. Pierluigi Siano, del DIIE.

## 12.2 Determinazione del potenziale teorico

### 12.2.1 Premessa

L'analisi in seguito è di carattere generale ed esprime l'iter metodologico da seguire. Al fine di ottenere dei risultati più attendibili, è necessario effettuare lo studio seguendo lo stesso procedimento proposto ma facendo riferimento a superfici specifiche. Quanto detto viene esplicitato nella seconda parte del lavoro, in cui il procedimento illustrato si concretizza nell'analisi di fattibilità di un impianto fotovoltaico da installare sulla copertura del Centro Agroalimentare in Salerno.

### 12.2.2 Determinazione della superficie disponibile all'installazione

L'approccio metodologico, utilizzato per la valutazione del potenziale fotovoltaico nella dimensione territoriale in esame, si basa sulla considerazione della superficie netta delle coperture degli edifici del patrimonio immobiliare comunale disponibile per l'installazione del fotovoltaico.

In particolare, il metodo di analisi utilizzato prevede la valutazione della superficie lorda partendo dalla densità locale dell'urbanizzato, considerando come dati di base quelli rilevati dal sito della Provincia di Salerno. È stata valutata la superficie lorda dell'urbanizzato corrispondente a 4,42 km<sup>2</sup> pari a circa il 7,5%<sup>29</sup> della superficie totale del Comune di Salerno (58,96 km<sup>2</sup>). In particolare è stata considerata la superficie delle abitazioni occupate da persone residenti.

In questo modo, in realtà, si considerano le superfici chiuse, che comprendono non solo gli edifici ma anche altre costruzioni non idonee all'installazione di impianti ad energia solare. In letteratura non è possibile individuare una posizione univoca per quanto concerne la percentuale di superficie effettivamente utilizzabile per le installazioni a partire da quella lorda. Nel P.E.C. del Comune di Bologna<sup>30</sup> si è impiegato un coefficiente pari al 25%. In questa sede, per completezza, si preferisce effettuare un'analisi di sensitività della potenza fotovoltaica installabile al variare di tale parametro.

Nella Tabella si mostra la variazione di superficie netta al variare del coefficiente di impiego.

### 12.2.3 Calcolo del Potenziale Teorico

È stato valutato il Potenziale Teorico nell'ipotesi che 10 m<sup>2</sup> di superficie di moduli in silicio policristallino consentano di ottenere un impianto da 1 kWp<sup>31</sup>. Nella Tabella 1 si presentano i diversi casi di superficie netta e potenziale teorico a seconda del coefficiente di impiego della superficie usato.

---

<sup>29</sup> Dati Istat (ISTAT)

<sup>30</sup> PEC Bologna, 2009

<sup>31</sup> PEC Comune di Portogruaro, 2009

Coefficiente	Superficie Netta [km <sup>2</sup> ]	Potenziale Teorico [MWp]
0,19	0,840	83,98
0,21	0,928	92,82
0,23	1,017	101,66
0,25	1,105	110,50
0,27	1,193	119,34
0,29	1,282	128,18
0,31	1,370	137,02

Tabella 1- Superficie netta e potenziale teorico di potenza fotovoltaica installabile

Per esempio, impiegando il coefficiente usato dal comune di Bologna (25%) risulta che alla superficie netta di 1,105 km<sup>2</sup> corrisponda un Potenziale Teorico di 110,5 MWp.

#### 12.2.4 Determinazione dei valori di radiazione solare

Per valutare la distribuzione della radiazione solare sul territorio in esame, in relazione alle diverse orientazioni della superficie captante, sono state utilizzate le mappe ricavate dall'ENEA<sup>32</sup>.

Le variazioni di irraggiamento solare a terra in relazione al variare del sito sono legate principalmente alla variazione di latitudine ed alla variazione di microclima. Per quanto riguarda l'influenza della latitudine, occorre precisare che le variazioni di irraggiamento risultano sensibili per variazioni significative di questo parametro: per questo motivo, il territorio italiano può essere suddiviso secondo macroaree di almeno centinaia di km<sup>2</sup>.

Per l'Italia, l'ENEA sta procedendo dal 1994 alla realizzazione di una mappa statistica della radiazione solare globale orizzontale utilizzando le immagini Meteosat.

#### 12.2.5 Determinazione dell'energia annua producibile

Per poter valutare l'energia producibile ( $E_p$ ), si accettano le seguenti ipotesi:

- poiché occorre considerare la teorica distribuzione delle esposizioni, ovvero il contributo dei differenti orientamenti rispetto alla ideale posizione Sud, si considerano equiprobabili i casi in cui la superficie netta utile  $S_n$  (per copertura a falde inclinate) abbia le seguenti caratteristiche in termini di elevazione e azimut:
  - Elev. +20°, Azimut 0°
  - Elev. +20°, Azimut  $\pm 20^\circ$
  - Elev. +20°, Azimut  $\pm 40^\circ$
- per valutare l'energia giornaliera ( $E_g$ ) si fa riferimento ai dati *UNI 10349*;
- l'efficienza dell'impianto è influenzata dai componenti elettrici necessari per trasferire l'energia prodotta dal modulo fotovoltaico all'utenza. In termini tecnici, si parla di efficienza del BOS, per la quale si ritiene accettabile un valore medio pari al 75% ( $\eta_g$ );
- poiché le prestazioni di efficienza generalmente sono variabili tra l'11% e il 15%, si assume un valore medio pari al 13% ( $\eta$ ) per i pannelli.

L'energia producibile si trova come:

<sup>32</sup> ENEA, [www.solaritaly.enea.it].



$$E_p = E_g \cdot \eta_g \cdot \eta$$

In Tabella 2 si riporta il calcolo dell'energia producibile nel caso di coefficiente di impiego di superficie pari al 25%.

	Superficie netta [m <sup>2</sup> ]	Potenza Installabile [MW]	Energia annua Producibile [MWh/anno]
Elev.=20° Azi: 0°	368.333	36,83	42.089
Elev.=20° Azi: +/- 20°	368.333	36,83	41.845
Elev.=20° Azi: +/- 40°	368.333	36,83	41.139
	1.105.000	110,5	125.073

Tabella 2 - Caso: coefficiente di impiego della superficie lorda del 25%

## 12.3 Impianto fotovoltaico sul Centro Agroalimentare di Salerno

In questa sezione viene presentata l'analisi di fattibilità tecnico/economica di un impianto fotovoltaico connesso alla rete elettrica di distribuzione ed ubicato sulla copertura piana del Centro Agroalimentare di Salerno.

### 12.3.1 Descrizione del sito

Il Centro Agroalimentare è ubicato in via Mecio Gracco (Figura ).



Figura 1 - Centro Agroalimentare di Salerno

Per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, è necessario effettuare un rilievo in sito della struttura ed inoltre di valutare il contesto in cui la struttura verrà ad ubicarsi; bisogna, inoltre, considerare le possibili condizioni di ombreggiamento e riflessione che possono influenzare i risultati della progettazione.

Segue uno schema della struttura. (Figura 2, Figura 3 e Figura 4)

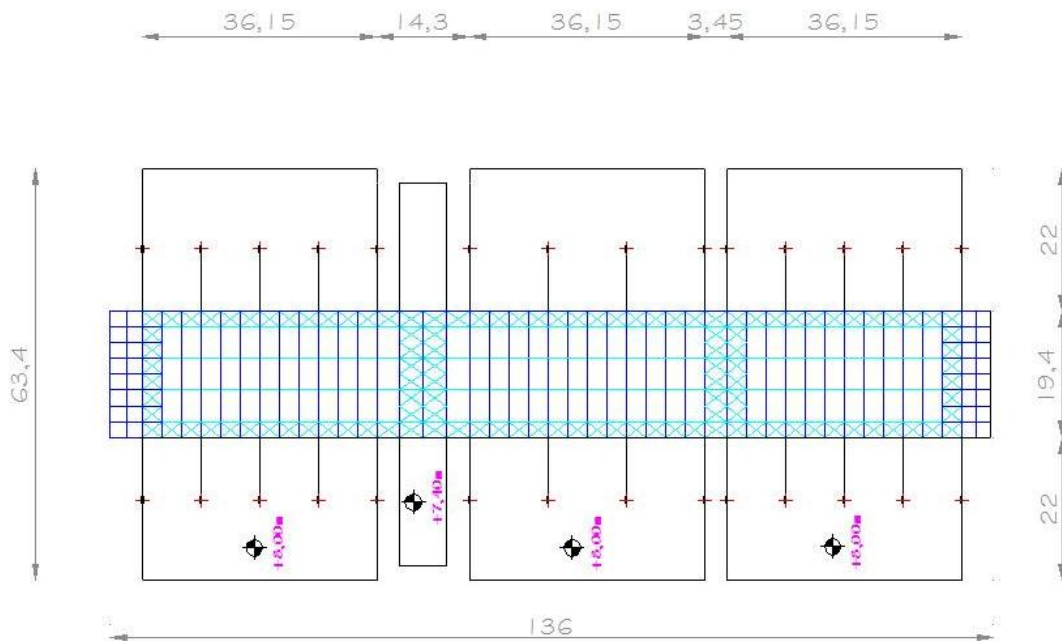


Figura 2 - Pianta centro agroalimentare

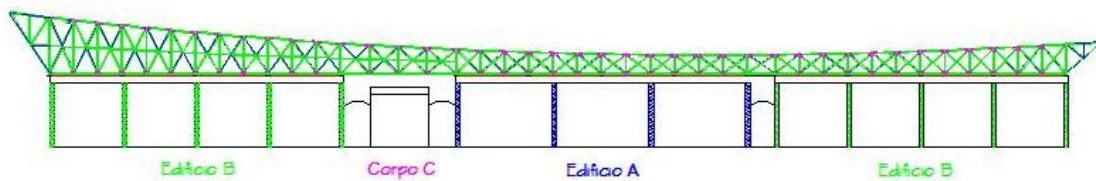


Figura 3 - Prospetto longitudinale

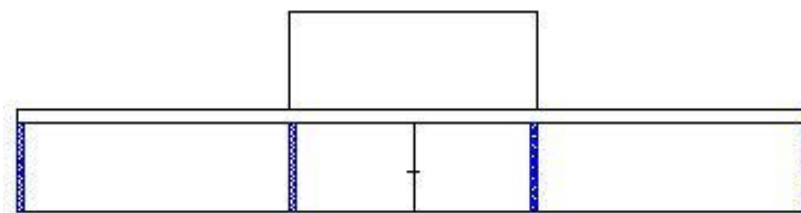



Figura 4 - Prospetto trasversale

A questo punto, è stato effettuato uno studio relativo alla copertura della struttura. Come si evince dai grafici, la copertura si distingue in tre zone: due zone esterne piane, ed una parte centrale, più alta e imbarcata. La parte centrale della copertura è stata esclusa per motivazioni di carattere strutturale; l'installazione dei pannelli fotovoltaici sarebbe risultata comunque difficile anche se la struttura fosse caratterizzata da materiale resistente poiché la copertura presenta una curvatura variabile e, di conseguenza, anche l'inclinazione dei pannelli avrebbe dovuto essere variabile. Inoltre, delle due zone piane, è possibile prevedere l'installazione soltanto sulla parte di copertura esposta a Sud. Le aree sulle quali è possibile installare i pannelli sono indicate nella figura seguente (Figura 5).

 Superficie disponibile  
 all'installazione dei pannelli fv

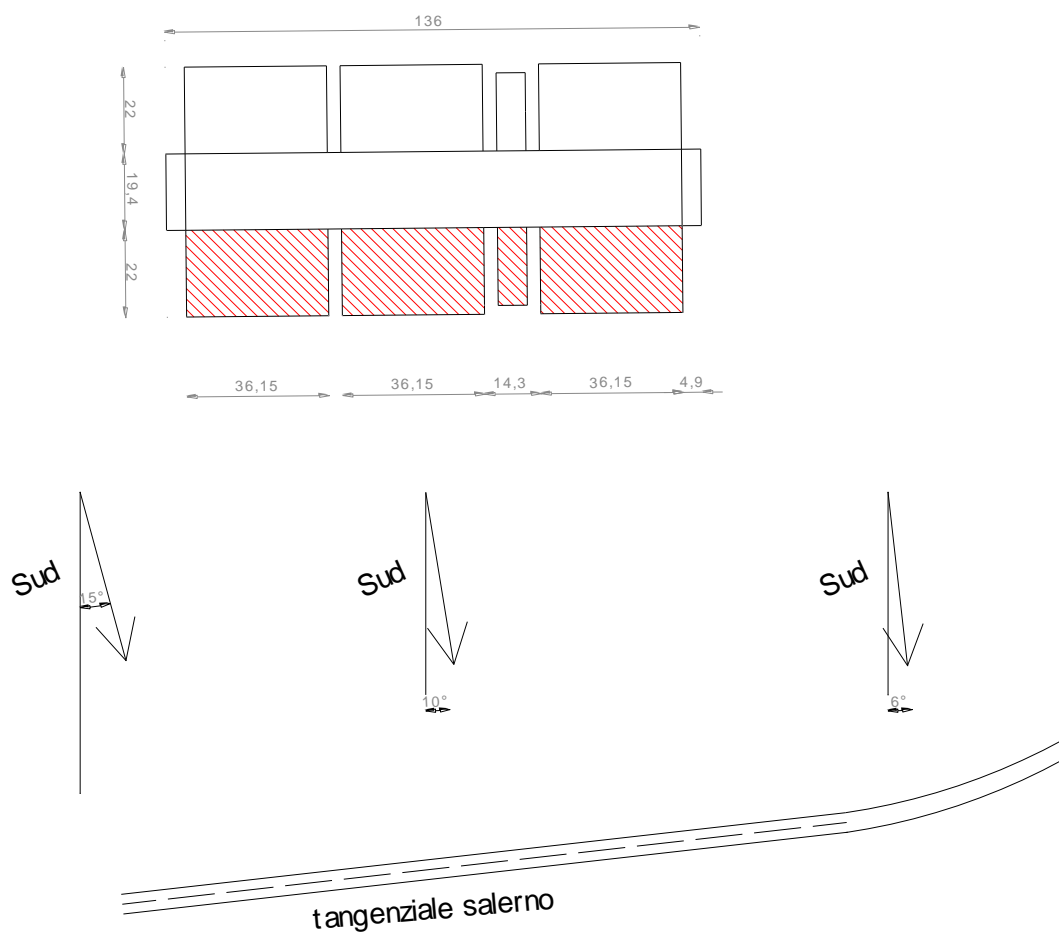


Figura 5 - Aree su cui si prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo);

Per la località sede dell'intervento i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale stimati utilizzando i dati "UNI 10349" sono riportati in Figura 6:

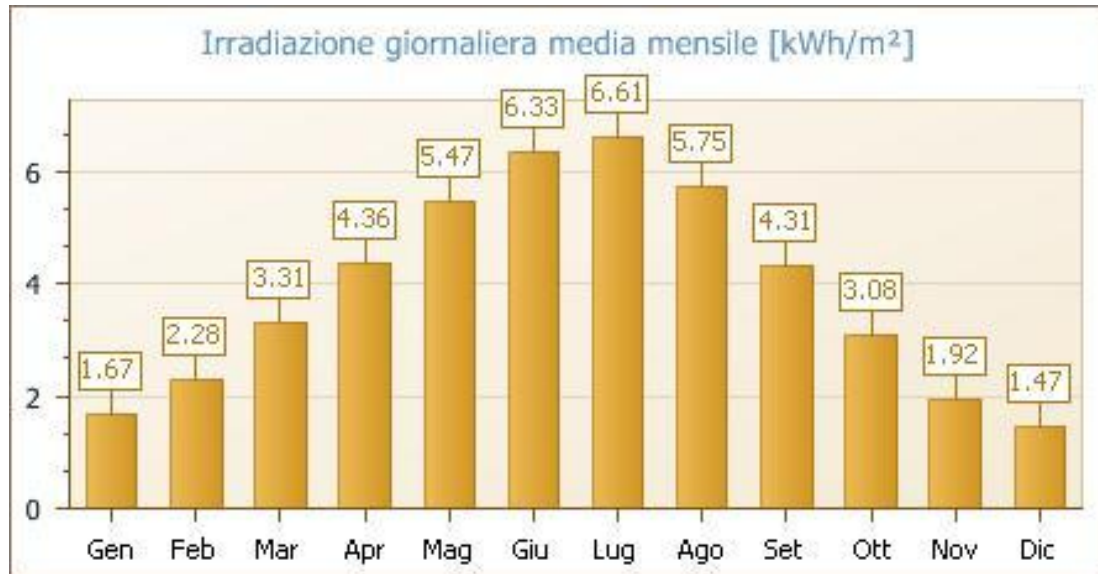


Figura 6 - Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale (Fonte:UNI 10349)

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari alla sommatoria su tutti i mesi del prodotto tra irradiazione giornaliera media mensile e numero di giorni in un mese, ovvero 1.416 kWh/m<sup>2</sup>.

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari ed aumentano il tempo di ritorno dell'investimento. Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a 1,00. Inoltre, per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 8477, si è ipotizzato un valore di albedo medio annuo pari a 0,20.

### 12.3.2 Dimensionamento dell'impianto e valutazione economica dell'investimento

#### 12.3.2.1 Criterio di stima dell'energia prodotta

L'energia generata come detto dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

L'impianto, in esame è di tipo grid-connected ed è collegato alla rete elettrica con una connessione "trifase in media tensione".

Ha una potenza pari a circa 159 kW ed è costituito da 690 moduli da 230 W ciascuno che occupano una superficie di circa 2.600 m<sup>2</sup>. L'energia totale annua producibile dall'impianto è di circa 181.151 kWh, che corrispondono a 1141 ore equivalenti.

Nel grafico (Figura 7) si riporta l'energia mensile prodotta dall'impianto.

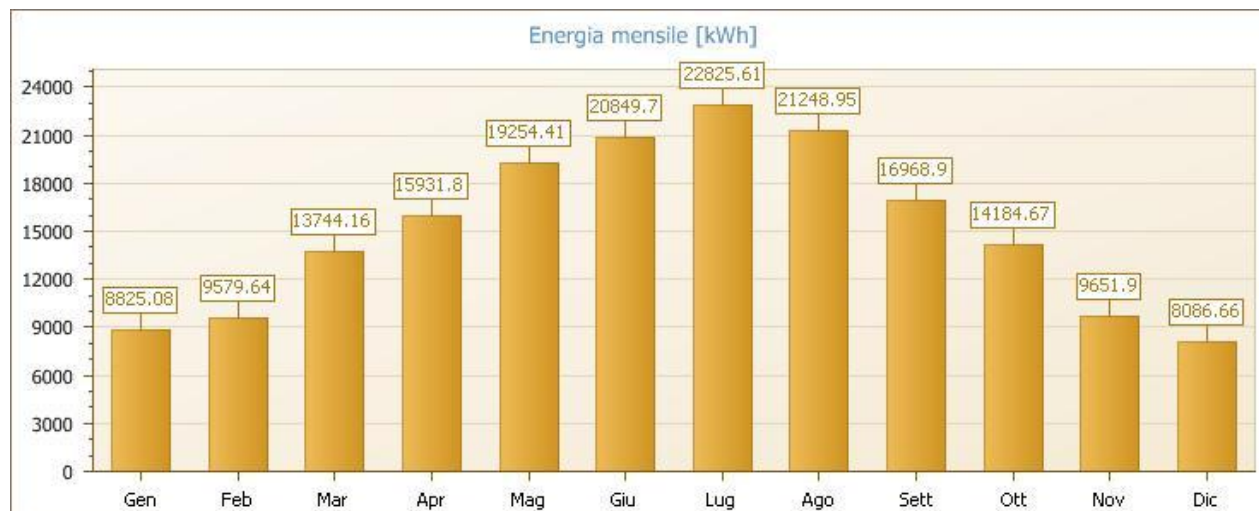


Figura 7 - Energia mensile prodotta dall'impianto

Considerato che il centro agroalimentare di Salerno ha una potenza contrattuale di 200 kW per il collegamento alla rete MT dell'impianto fotovoltaico potranno essere utilizzate le due cabine MT/BT già presenti.

### 12.3.3 Valutazione economica dell'investimento

Il Gestore dei servizi energetici (GSE) ha reso note agli operatori le tariffe incentivanti per gli impianti fotovoltaici in Conto Energia che entrano in esercizio nell'anno 2010.

Come previsto dall'articolo 6, comma 2, dal DM 19 febbraio 2007, per la determinazione delle tariffe incentivanti è stata applicata la decurtazione del 4% rispetto alla tariffa incentivante base. Tariffe per tipologia di impianto fotovoltaico incentivato ai sensi del DM 19/02/2007 con entrata in esercizio nell'anno 2010 (€/kWh):

Potenza (kW)	Non integrato	Parzialmente integrato	Integrato
1 ≤ P ≤ 3	0,384	0,422	0,470
3 < P ≤ 20	0,365	0,403	0,442
P > 20	0,346	0,384	0,422

Tabella 1 Tariffe per un impianto fotovoltaico con entrata in esercizio nell'anno 2010 (€/kWh)

Lo scambio sul posto, disciplinato dalla Deliberazione ARG/elt 74/08, Allegato A – Testo integrato dello scambio sul posto (TISP) – e dalla successiva Deliberazione ARG/elt 186/09, che ha recepito

quanto previsto dalla legge n.99/09, consente di valorizzare l'energia immessa in rete secondo un criterio di compensazione economica con il valore dell'energia prelevata dalla rete.

In termini generali, se l'energia immessa è inferiore o uguale a quella prelevata, le condizioni offerte dallo scambio sul posto sono più vantaggiose del ritiro dedicato poiché permettono di remunerare l'energia immessa in rete al valore di mercato dell'energia più il costo unitario variabile dei servizi associato alla propria bolletta di fornitura.<sup>33</sup>

Considerando un incentivo in conto energia di 0,346 €/kWh e che il consumo annuo del centro agroalimentare è di 728 640 kWh/anno corrispondenti a un costo medio di 85 884 €, è stato valutato più conveniente lo scambio sul posto rispetto alla vendita dell'energia prodotta. Si è ipotizzata una vita media dell'impianto di 20 anni, un tasso di interesse del 3% e un decadimento della producibilità pari a circa l'8%, che equivale ad un decadimento dello 0,4% annuo.

Sono state condotte diverse valutazioni economiche dell'investimento considerando diversi costi relativi all'investimento:

- A. un costo dell'investimento per la realizzazione dell'impianto pari a 4500 €/kWp
- B. un costo dell'investimento per la realizzazione dell'impianto pari a 4000 €/kWp
- C. un costo dell'investimento per la realizzazione dell'impianto pari a 3500 €/kWp

Si può osservare come il tempo di ritorno attualizzato varia da 10 a 8 anni (Tabella 2).

Scenario	Investimento [€]	Variatione consumi [kWh/anno]	Risparmio di costo energetico [€/anno]	Incentivi conto energia [€/anno]	Tempo di ritorno [anni]
A	714 150	-181 151	21 352	62 678	10 anni
B	634 800	-181 151	21 352	62 678	9 anni
C	555 450	-181 151	21 352	62 678	8 anni

Tabella 2 – Valutazione economica dell'investimento

<sup>33</sup>IL CONTO ENERGIA, Decreto 19 febbraio 2007, La richiesta degli incentivi per gli impianti fotovoltaici, Edizione n. 4 marzo 2010

### **12.3.4 Riferimenti Normativi**

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.



## 12.4 Leggi e decreti

### 12.4.1 Normativa generale:

#### 12.4.2 Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007

Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

**Direttiva CE n. 77 del 27-09-2001:** sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato dell'elettricità (2001/77/CE).

**Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

**Legge n. 239 del 23-08-2004:** riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

**Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005:** attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006:** disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007:** attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

**Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007:** testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

**Decreto Legislativo del 30-05-2008:** attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

**Decreto 2-03-2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

**D.Lgs. 81/2008** (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

**DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

**DECRETO 19-02-2007:** criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

**Legge 23/12/2009 n°191:** disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello stato (legge finanziaria 2010)

**CEI 64-8:** impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

**CEI 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

**CEI EN 60904-1 (CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

**CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

**CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

**CEI EN 61727 (CEI 82-9):** sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete.

**CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

**CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 50380 (CEI 82-22):** fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione.

**CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

**CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31):** compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso " = 16 A per fase).

**CEI EN 60555-1 (CEI 77-2):** disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

**CEI EN 60439 (CEI 17-13):** apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

**CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1):** apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS).

**CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2):** prescrizioni particolari per i condotti sbarre.

**CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3):** prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD).

**CEI EN 60445 (CEI 16-2):** principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.

**CEI EN 60529 (CEI 70-1):** gradi di protezione degli involucri (codice IP).

**CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):** scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata.

**CEI 20-19:** cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

**CEI 20-20:** cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

**CEI EN 62305 (CEI 81-10):** protezione contro i fulmini.

**CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1):** principi generali.

**CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):** valutazione del rischio.

**CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3):** danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.

**CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4):** impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.

**CEI 81-3:** valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

**CEI 0-2:** guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

**CEI 0-3:** guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/1990.

**UNI 10349:** riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

**CEI EN 61724 (CEI 82-15):** rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

**CEI 13-4:** sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

**CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2).

**EN 50470-1 ed EN 50470-3** in corso di recepimento nazionale presso CEI.

**CEI EN 62053-23 (CEI 13-45):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).

**CEI 64-8, parte 7, sezione 712:** sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione.

**Delibera ARG/elt 33/08:** condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.

**Delibera ARG-elt -n.119-08:** disposizioni inerenti l'applicazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 33/08 e delle richieste di deroga alla norma CEI 0-16, in materia di connessioni alle reti elettriche di distribuzione con tensione maggiore di 1 kV.

**Delibera ARG-elt n. 280-07:** modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.

**Delibera ARG-elt n. 88-07:** disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

**Delibera ARG-elt n. 111/06:** condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.

**Delibera ARG-elt n.156-07:** approvazione del Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di vendita dell'energia elettrica di maggior tutela e di salvaguardia ai clienti finali ai sensi del decreto legge 18 giugno 2007, n. 73/07.

**Allegato A TIV Delibera A RG-elt n. 156-07:** testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di vendita dell'energia elettrica di maggior tutela e di salvaguardia ai clienti finali ai sensi del Decreto Legge 18 giugno 2007 n. 73/07.

**Delibera ARG-elt n. 171-08:** definizione per l'anno 2009 del corrispettivo di gradualità per fasce applicato all'energia elettrica prelevata dai punti di prelievo in bassa tensione diversi dall'illuminazione pubblica, non trattati monorari e serviti in maggior tutela o nel mercato libero.

**Delibera ARG-elt n. 188-08:** aggiornamento per l'anno 2009 delle tariffe per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica e delle condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione.

**Delibera ARG-elt n. 190-08:** aggiornamento per il primo trimestre 2009 (1 gennaio – 31 marzo) delle condizioni economiche del servizio di vendita di maggior tutela e modifiche al TIV e al TIT.

**Delibera ARG-elt n. 191-08:** aggiornamento per il trimestre gennaio – marzo 2009 delle componenti tariffarie destinate alla copertura degli oneri generali del sistema elettrico, di ulteriori componenti. Istituzione della componente tariffaria UC7 e modificazioni dell'Allegato A alla deliberazione dell'Autorità 29 dicembre 2007, n. 348/07.

**Delibera ARG-elt n. 348-07:** testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2008-2011 e disposizioni in materia di condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione.

**Delibera ARG-elt n. 349-07:** prezzi di commercializzazione nella vendita di energia elettrica (PCV) nell'ambito del servizio di maggior tutela e conseguente la remunerazione agli esercenti la maggior tutela. Modificazioni della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 27 giugno 2007 n. 156/07 (TIV).

**Delibera ARG-elt n. 353-07:** aggiornamento delle componenti tariffarie destinate alla copertura degli oneri generali del sistema elettrico, di ulteriori componenti e disposizioni alla Cassa conguaglio per il settore elettrico.

**Delibera ARG-elt n.90-07:** attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici.

**Delibera ARG-elt n. 99-08 TICA:** testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

**Delibera ARG-elt n. 161-08:** modificazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 13 aprile 2007, n. 90/07, in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici.

**Delibera ARG-elt n. 179-08:** modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica.

**Delibera ARG-elt n. 188-05:** definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 (deliberazione n. 188/05).

**Delibera ARG-elt n. 260-06:** modificazione ed integrazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 14 settembre 2005, n. 188/05 in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici.

**Delibera ARG-elt n. 74-08 TISP:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto (TISP).

**Delibera ARG-elt n. 184-08:** disposizioni transitorie in materia di scambio sul posto di energia elettrica.

**Delibera ARG-elt n.1-09:** attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.

**Delibera EEN 3/08:** aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica.

**Delibera ARG-elt n. 109-08:** revisione dei prezzi minimi garantiti di cui alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 6 novembre 2007, n. 280/07.

**Circolare n. 46/E del 19/07/2007:** articolo 7, comma 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.

**Circolare n. 66 del 06/12/2007:** tariffa incentivante art. 7, c. 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 - Precisazione.

**Circolare n. 38/E del 11/04/2008:** articolo 1, commi 271-279, della legge 27 dicembre 2006, n. 296 – Credito d'imposta per acquisizioni di beni strumentali nuovi in aree svantaggiate.

**Risoluzione n. 21/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello– Aliquota Iva applicabile alle prestazioni di servizio energia - nn. 103) e 122) della Tabella A, Parte terza, d.P.R. 26/10/1972, n. 633 - Alfa S.p.A.

**Risoluzione n. 22/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello - Art. 7, comma 2, d. lgs. vo n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Risoluzione n. 61/E del 22/02/2008:** trattamento fiscale ai fini dell'imposta sul valore aggiunto e dell'applicazione della ritenuta di acconto della tariffa incentivante per la produzione di energia fotovoltaica di cui all'art. 7, comma 2, del d.lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Risoluzione n. 13/E del 20/01/2009:** istanza di interpello – Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 – Gestore dei Servizi Elettrici, SPA –Dpr 26 ottobre 1972, n. 633 e Dpr 22 dicembre 1986, n. 917.

**Risoluzione n. 20/E del 27/01/2009:** interpello - Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 - ALFA – art.9 , DM 2 febbraio 2007.

**Risoluzione n. 3/2008:** accertamento delle centrali elettriche a pannelli fotovoltaici.

**Guida al nuovo Conto Energia, ed. 3 - marzo 2009.**

**Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico.**

**Regole tecniche sulla disciplina dello scambio sul posto, ed. 1.**

**Estratto della risoluzione della Agenzia delle Entrate:** “trattamento fiscale del contributo in conto scambio di cui alla delibera AEEG n.74/2008”.

**Bologna, C. d. (2009). PEC Comune di Bologna.**

**ENEA. (s.d.). Tratto da [www.solaritaly.enea.it](http://www.solaritaly.enea.it)**

**ISTAT. (s.d.). [www.istat.it](http://www.istat.it).**

**(2009). PEC Comune di Portogruaro.**

## 13 Analisi del potenziale eolico<sup>34</sup>

### 13.1.1 Introduzione

La crescente attenzione nei confronti dell'ambiente, dello sviluppo sostenibile, della riduzione dei costi e della possibilità di diversificazione delle fonti di approvvigionamento concorrono sempre più, insieme con lo sviluppo delle tecnologie, a fare dell'energia eolica una fonte competitiva di energia elettrica. L'assenza di emissioni nocive e la ridotta produzione di CO<sub>2</sub>, l'indipendenza da qualsiasi fonte di carburante, la disponibilità della materia prima (il vento) a costo zero, in loco e nelle 24 ore (rispetto agli impianti fotovoltaici) sono i principali vantaggi della soluzione energetica. Il livello di rumorosità, considerato nel passato uno dei principali deterrenti all'installazione di pale eoliche, con le nuove soluzioni impiantistiche è arrivato a poco più di 40 dB [1].

Lo svantaggio principale, al di là dell'accettabilità sociale delle installazioni (ritenute ancora da alcuni antiestetiche), è costituito dalla variabilità dei venti, e dunque dall'impossibilità di avere una produzione costante di energia nell'arco dell'anno e della giornata.

Il problema della stima dell'energia media producibile dal vento in una data area geografica o, viceversa, dell'individuazione delle aree geografiche strategiche eleggibili per la produzione di energia, è strettamente correlato all'orografia del terreno e alla distribuzione della velocità del vento; sono coinvolti dunque vincoli economici, sociali e ambientali.

La specifica conformazione del terreno e degli insediamenti urbani è importante, oltre che per verificare la presenza dello spazio fisico necessario alle installazioni (cfr. Delibera 28/56 del 26 luglio 2007, successivamente modificata dalla Delibera 30/02 del 23 maggio 2008), perché più un terreno è rugoso (cioè presenta variazioni brusche di pendenza, boschi, edifici e montagne) maggiori saranno gli ostacoli che il vento incontrerà e che ne ridurranno velocità.

Realizzare un'analisi puntuale è attività complessa e laboriosa, essendo necessarie campagne anemometriche condotte per lunghi periodi (da 1 a 3 anni) finalizzate alla stima delle distribuzioni di velocità del vento annuali, delle variazioni mensili e annuali, della velocità media e del profilo verticale della velocità del vento.

Esistono tuttavia fonti autorevoli [2] che supportano nell'individuazione dei range di velocità del vento intercettabili alle diverse quote sul livello del terreno o del mare per il territorio del Comune di Salerno a partire dalle quali è possibile stimare l'energia producibile installando aerogeneratori di piccola e media taglia.

### 13.1.2 Metodo d'analisi

Per la stima del potenziale eolico del comune di Salerno ci si è avvalsi dell'impiego dell'atlante eolico redatto dalla società CESI SpA [6] nell'ambito delle attività di ricerca riguardanti il Sistema

---

<sup>34</sup> Questo capitolo è stato sviluppato dal prof. Antonio Piccolo e dall'ing. Pierluigi Siano, del DIIE. La bibliografia citata è riportata in una sezione a parte (18.1.3)



Elettrico Nazionale. Tale atlante è costituito da mappe rappresentate su sfondo cartografico in scala 1:750.000; la sua costruzione è stata condotta in due fasi:

- in una prima fase è stato impiegato il modello matematico WINDS attraverso cui sono stati ricavati i flussi di vento in un dominio tridimensionale. Su questa base si sono costruite mappe di vento in funzione dell'altezza dal suolo partendo da dati di vento in alta quota (sfruttando i dati dell'European Centre for Medium Range Weather Forecast (ECMWF) di Reading, Gran Bretagna) e tenendo altresì conto dell'orografia e delle caratteristiche del terreno (database dell'U.S. Geological Survey);
- la seconda fase ha riguardato la raccolta e l'elaborazione dei dati anemometrici disponibili sul territorio per riportare i dati del vento vicino alla superficie terrestre. Sono stati impiegati dati misurati nelle stazioni anemometriche di vari operatori (ENEL-CESI, ENEA, Aeronautica Militare, le reti regionali ed altre reti). I dati raccolti in questa fase sono stati poi adattati con quelli delle mappe WINDS.

Oltre alle mappe della velocità media annua del vento alla quota sul livello del mare o del terreno di 25m, 50m, 75m, 100m, poiché la producibilità energetica dipende anche dalla forma della distribuzione di frequenza delle velocità, l'Atlante del CESI profila per il territorio italiano la producibilità specifica rispetto alla quota sul terreno o sul mare, ovvero il rapporto tra la producibilità media annua di un aerogeneratore (MWh) e la sua potenza nominale (MW), che è il numero di ore equivalenti (h), ovvero il numero di ore annue di funzionamento alla piena potenza nominale.

Per quanto riguarda il territorio di Salerno, le informazioni estratte dall'Atlante Eolico dell'Italia sono state sottoposte ad opportuno trattamento al fine di rendere disponibili risultati in una veste appropriata per una semplice lettura di come la risorsa eolica sia, in linea di massima, distribuita. Si riportano di seguito le mappe estrapolate dall'atlante.

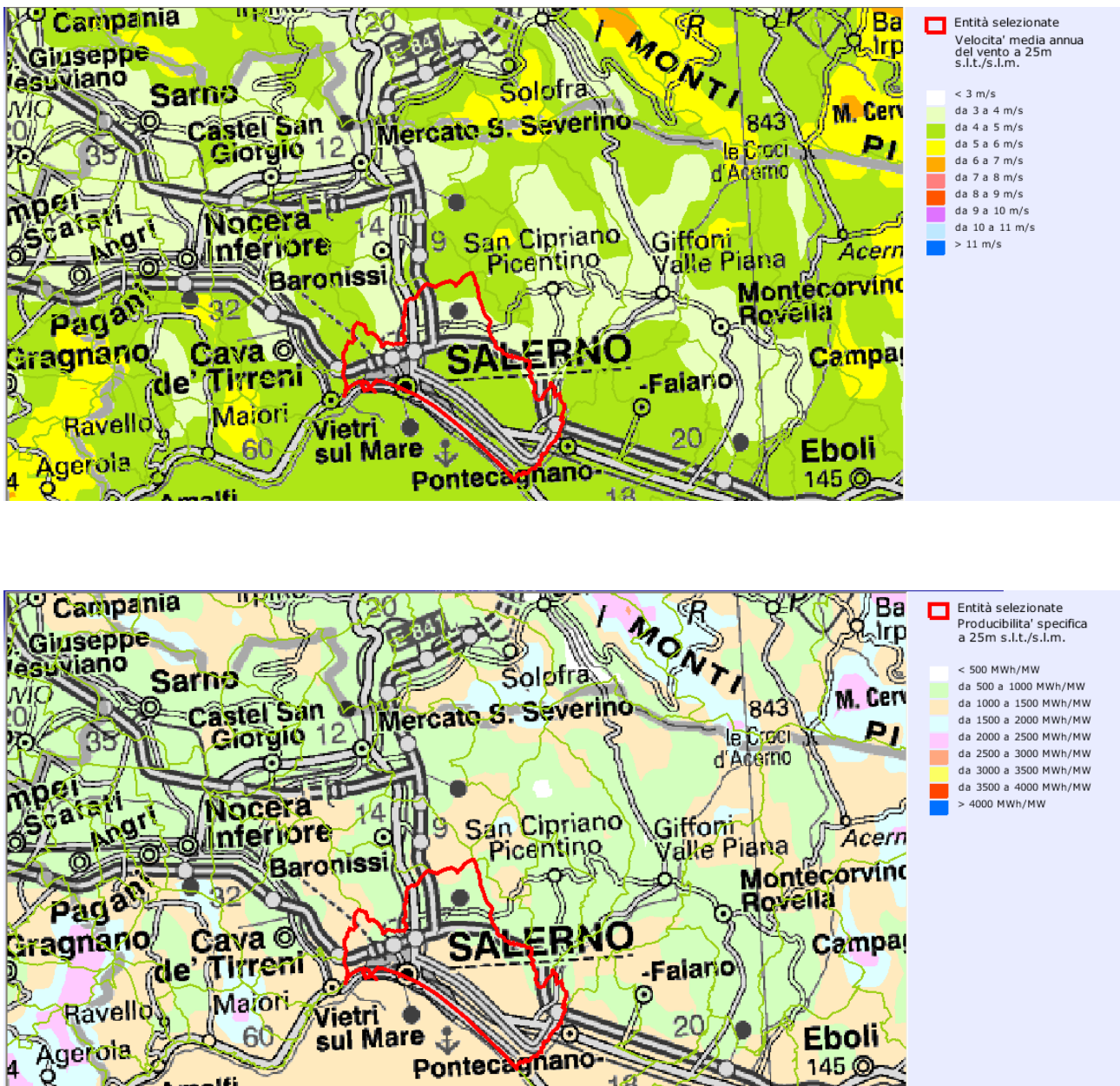


Figura 78- Velocità media annua (m/s) e Produttività specifica (h) a 25 m s.l.t./s.l.m.

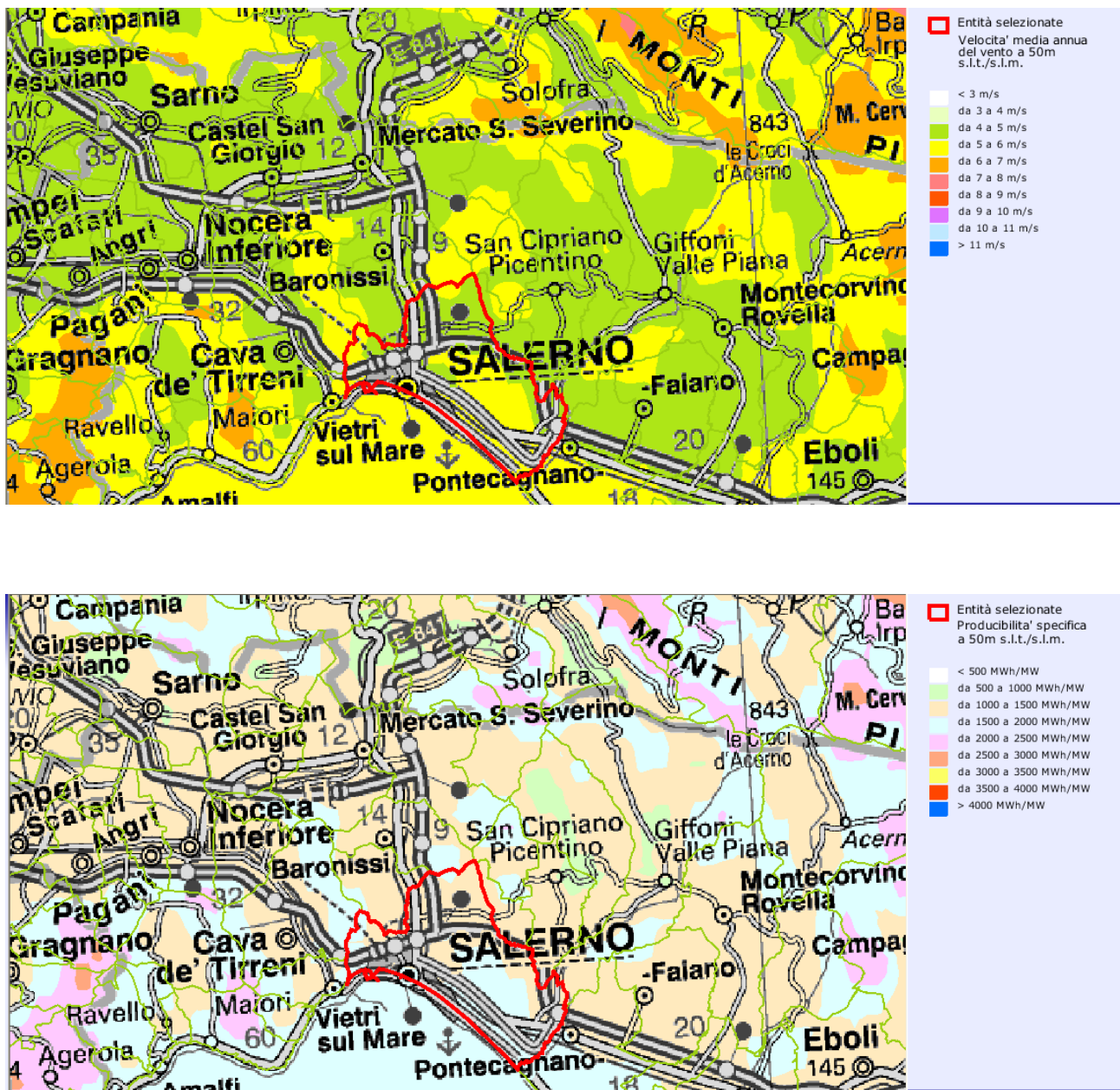


Figura 79 -Velocità media annua (m/s) e Producibilità specifica (h) a 50 m s.l.t./s.l.m.

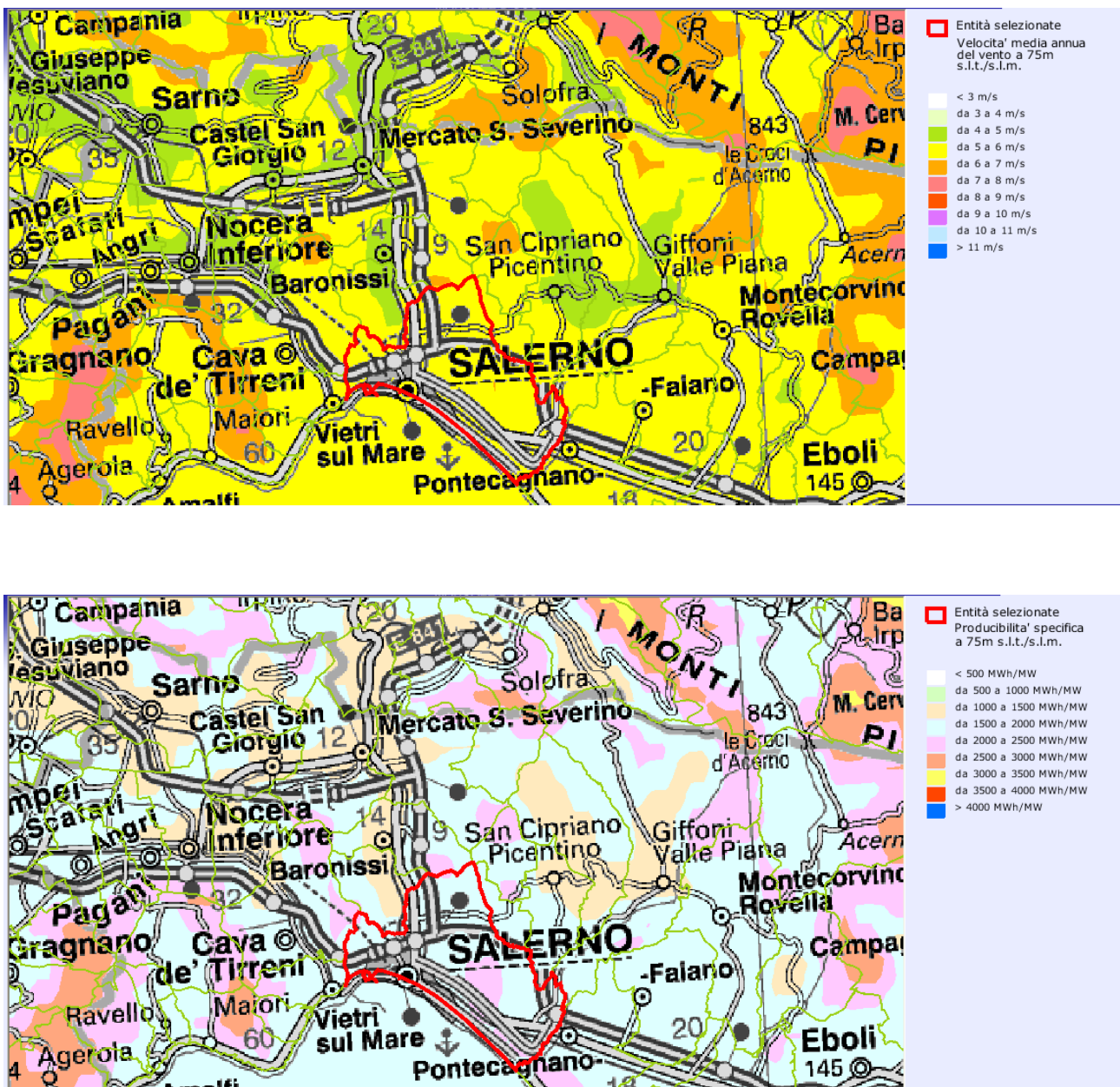


Figura 80 - Velocità media annua (m/s) e Producibilità specifica (h) a 75 m s.l.t./s.l.m.



Figura 81 - Velocità media annua (m/s) e Producibilità specifica (h) a 100 m s.l.t./s.l.m.

Tra le tavole che descrivono la velocità del vento, la più aderente alle misure delle stazioni anemometriche è quella relativa ai 25 m dal suolo. Al di sopra di questa quota, infatti, i sensori perdono di efficienza e le loro misurazioni diventano meno rilevanti; le mappe relative ai 50, 70 e 100 m sono state costruite utilizzando il modello di simulazione WINDS.

E' da rimarcare, infine, che i dati di ventosità media rappresentati nelle mappe prodotte sono da ritenersi puramente indicativi per il territorio oggetto di indagine. Pertanto, le informazioni in esse contenute non sostituiscono in alcun modo quelle derivanti dalla conduzione di una campagna di misura anemometrica ad hoc, indispensabile qualora si decidesse di candidare siti scelti sulla base delle sole indicazioni della mappa all'eventuale sviluppo di impianti eolici per la produzione di energia elettrica. Solo un tale approccio consentirebbe, unitamente ad appropriati strumenti di valutazione di poter esplorare con cognizione di causa l'effettiva producibilità correlata ai siti ritenuti eleggibili.

Per quanto concerne le mappe di producibilità occorre considerare che, a parità di velocità media, la producibilità energetica dipende anche:

- dalle caratteristiche degli aerogeneratori utilizzabili (andamento del coefficiente di potenza),
- dai profili di dettaglio della distribuzione statistica locale della velocità del vento (tipo di distribuzione).

Una serie di elaborazioni condotta in questa direzione, facendo alcune assunzioni e semplificazioni, ha portato a proporre una mappatura di massima della producibilità specifica di aerogeneratori, valutata con riferimento alla media di un campione rappresentativo di modelli commerciali di aerogeneratori con mozzo alla quota dal suolo considerata. La producibilità teorica trascura, inoltre, perdite di energia di qualunque tipo.

Alla luce di queste considerazioni, appare evidente come tali informazioni forniscano dei parametri puramente indicativi che possono supportare in una prima scrematura dei siti al fine di individuare quelli potenzialmente strategici. Per le aree di interesse sarà comunque necessario uno studio più dettagliato basato sui dati di campagne anemometriche ad hoc.

### 13.1.3 Cenni sui meccanismi economici di riferimento

I due meccanismi cui fare riferimento in caso di collegamento alla rete di un impianto eolico - al di là delle alternative contratti bilaterali o vendita diretta in borsa - (ci si riferisce, secondo il *Dm Sviluppo Economico del 18 dicembre 2008*, a impianti a fonti rinnovabili di piccole dimensioni, entrati in esercizio in data successiva al 31 dicembre 2007) sono:

- **Tariffa Omnicomprensiva** (a seguito alla *delibera 1/09* dell'AEEG - Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas [9]), prevede la possibilità, in caso di potenze installate inferiori ai 200 kW, di collegarsi alla rete e vendere l'energia prodotta al netto degli autoconsumi, con un corrispettivo (somma di incentivo e ricavo per la vendita dell'energia) di 30 €cent per ogni kWh per un periodo di 15 anni. Per poter accedere alla Tariffa è necessario che l'impianto

ottenga dal GSE (Gestore dei Servizi Elettrici [10]) la qualifica IAFR (Impianti Alimentati a Fonti Rinnovabili).

Scaduti i 15 anni si può continuare a vendere energia secondo il meccanismo del **Ritiro dedicato** (*delibera 280/07* dell'AEEG), una forma semplificata di vendita indiretta dell'energia con ritiro demandato al GSE. Fino a 1 MW di potenza nominale installata sono previsti dei prezzi minimi garantiti [9].

- **Scambio sul Posto** (*delibera 74/08 e 1/09* dell'AEEG), per potenze installate inferiori ai 200 kW, è una sorta di autoconsumo differito, in quanto è possibile immettere energia in rete e prelevarla quando se ne ha la necessità, *“utilizzando quindi il sistema elettrico quale strumento per l'immagazzinamento virtuale dell'energia elettrica prodotta, ma non contestualmente auto consumata”*. In questo contesto l'utente paga al proprio fornitore zonale ciò che consuma, mentre il GSE calcola un contributo che ristabilisce l'equità dello scambio. Lo Scambio sul posto è un meccanismo non compatibile con la Tariffa omnicomprensiva (che è piuttosto una vendita incentivata di energia elettrica) e con il Ritiro dedicato dell'energia ma è compatibile con Certificati Verdi.

I **Certificati Verdi** (che hanno taglia di 1 MWh) vengono riconosciuti per tutta l'energia prodotta dall'impianto (moltiplicata per il suo coefficiente che, nel caso dell'eolico per impianti di taglia superiore a 200 kW è 1,00 secondo l'*art. 2, comma 144, Finanziaria 2008*) per una durata di 15 anni. A titolo esemplificativo, il valore di riferimento dei Certificati del GSE, così come previsto dall'articolo 2, comma 148 della Finanziaria 2008 è di 180 € per MWh. Il prezzo al quale il Gestore si impegna a ritirare i Certificati è pari al valore di riferimento detratto il valore medio annuo del prezzo dell'energia comunicato dall'Autorità per quell'anno. A questo valore per MWh va poi sommato il corrispettivo per la vendita dell'energia.

Il regime fiscale connesso al Conto energia in regime di Scambio sul posto o in regime di Ritiro dedicato varia notevolmente a seconda della figura del gestore dell'impianto e della taglia e modalità di utilizzo dello stesso.

### 13.1.4 Ipotesi di lavoro

Al fine di avere indicazioni più precise rispetto alle mappe di producibilità redatte dalla società CESI SpA è stata effettuata un'analisi di massima della producibilità e della convenienza economica di alcuni aerogeneratori di piccola e media taglia presenti in commercio in relazione al territorio di Salerno.

Le ipotesi di lavoro sono:

- tutta l'energia prodotta viene ceduta alla rete [3]:
  - in caso di potenze installate inferiori ai 200 kW si adotta Tariffa Omnicomprensiva;
  - in caso di potenze superiori a 200 kW si considera un ricavo per kWh dalla vendita dell'energia pari a 0,135 €, comprensivo di certificati verdi (stimati a Novembre 2009) e regime di ritiro dedicato;

- il tasso di interesse è ipotizzato pari al 3%;
- la durata dell'investimento è 20 anni;
- i costi di manutenzione sono spalmati sugli anni di esercizio con un valore indicativo dell'1% del costo d'acquisto dell'impianto;
- gli oneri di connessione, che intervengono in maniera significativa per potenze installate superiori a 200 kW, si considerano sovrastimando il costo di installazione del 10%;
- vengono considerati aerogeneratori piccola e media taglia con caratteristiche medie rispetto a quelli in commercio.

### 13.1.5 Valutazione della producibilità e della convenienza economica

Le simulazioni condotte per questo studio hanno preso in esame aerogeneratori di piccola e media taglia con caratteristiche prestazionali e di costo effettivamente disponibili sul mercato allo stato dell'arte<sup>35</sup>.

Aerogeneratore	Potenza [kW]	Tecnologia Asse	Altezza [m]	Diametro [m]	Velocità di regime [m/s]	Costo totale [€]
A	1	orizzontale	6	2,8	9	€ 4.500
B	6	orizzontale	9	5,5	12	€ 24.000
C	10	orizzontale	12	8	10	€ 40.000
D	15	orizzontale	15	9	12	€ 52.500
E	20	orizzontale	18	8	13	€ 60.000
F	20	verticale	12	8,5	14	€ 60.000
G	55	orizzontale	25	18	11	€ 190.000
H	225	orizzontale	32	33	14	€ 342.000
I	2300	orizzontale	90	80	15	€ 2.300.000

Tabella 62 - Caratteristiche degli aerogeneratori

Secondo le indicazioni estratte dall'atlante eolico del CESI per il Comune di Salerno, i range di velocità del vento disponibili a diverse quote sul livello del terreno sono principalmente (vedi Figura 78, Figura 79, Figura 80, Figura 81 ):

- 3.1 - 4 m/s;
- 4.1 - 5 m/s;
- 5.1 - 6 m/s;
- 6.1 - 7 m/s.

Si propongono scenari di impiego degli aerogeneratori precedentemente indicati (Tabella 62) per ciascun range di velocità del vento disponibile sul territorio.

Per ogni scenario è stato calcolato il VAN, inteso come la sommatoria dei flussi di cassa per ogni anno di durata di vita dell'impianto attualizzata al costo opportunità del capitale.

Dall'analisi incrociata di mappe dell'atlante eolico con le caratteristiche degli aerogeneratori, sia in termini di altezza che di producibilità e tempo di ritorno attualizzato dell'investimento si può evidenziare quanto segue.

<sup>35</sup> [www.enel.it/enelsi/](http://www.enel.it/enelsi/)



- **Range di velocità 3.1-4 m/s:** Tale range di velocità è riscontrabile ad altezze sul livello del terreno di 25 m nell'area Nord del Comune. In tal caso solo l'aerogeneratore di tipo G ha un tempo di ritorno minore di venti anni (di circa 18 anni).
- **Range di velocità 4.1-5 m/s:** Questo range è rintracciabile ad altezze sul livello del terreno di 25 e 50 m. In questo caso l'unico aerogeneratore economicamente conveniente è il tipo G con un tempo di ritorno di 11 anni.
- **Range di velocità 5.1-6 m/s:** Il range è prevalentemente presente a 50, 75 e 100 m s.l.t.. Dall'analisi economica risulterebbero installabili aerogeneratori di tipo C, D, E e G. I tipi C, D ed E, però, hanno un'altezza che va da 12 a 18 metri, quindi probabilmente non riuscirebbero a produrre l'energia stimata considerando le peculiarità del territorio salernitano. L'aerogeneratore di tipo G appare il più conveniente con un tempo di ritorno di 8 anni anche se a causa della sua altezza pari a 25 m non riuscirebbe a produrre l'energia stimata.
- **Range di velocità 6.1-7 m/s:** Il range è intercettabile a 100 m s.l.t. Per le motivazioni di cui sopra, nonostante molti aerogeneratori appaiano economicamente vantaggiosi, soltanto quello di tipo I emerge come tecnicamente fattibile con un tempo di ritorno di 10 anni.

		Altezza sul livello del terreno	25 m s.l.t.	25-50 m s.l.t.	50-75-100 m s.l.t.	100 m s.l.t.
		Velocità media del vento minima [m/s]	3.1-4	4.1-5	5.1-6	6.1-7
Tipo aerogeneratore	A					
	B					
	C					
	D					
	E					
	F					
	G			X		
	H					
	I					X

Tabella 2 – Scelta del tipo di aerogeneratore in funzione dell' altezza sul livello del terreno e della velocità media del vento

## 14 Energia dal mare

---

Salerno è una città di mare, con un litorale molto esteso. Ha quindi senso valutare le potenzialità di utilizzazione dell'energia legata al mare. Si può prelevare energia dal mare essenzialmente secondo quattro diversi meccanismi:

1. Dalle correnti marine.
2. Dalle maree.
3. Dal gradiente termico esistente tra le acque superficiali e quelle profonde (OTEC).
4. Dalle onde marine.

L'escursione delle maree è poco marcata nel Mediterraneo, come mostrato nella Figura 82, che evidenzia come le uniche zone interessanti a questo riguardo in Europa siano localizzate nell'alto Atlantico, tra le coste francesi, irlandesi ed islandesi.

E' anche da escludere il ricorso allo sfruttamento del gradiente termico esistente tra le acque superficiali e le acque profonde, che potrebbero fungere da sorgenti calda e fredda per un ciclo termodinamico di potenza (OTEC, Ocean Thermal Energy Conversion). Le zone dove tale gradiente raggiunge un valore apprezzabile, infatti, sono rappresentate quasi esclusivamente dagli oceani nella fascia tropicale (Figura 85).

Per quanto riguarda le correnti marine, l'esame della loro distribuzione geografica (Figura 86) evidenzia come nel Mediterraneo il fenomeno assuma scarsa rilevanza, almeno ai fini di un suo sfruttamento energetico estensivo, e con l'eccezione di siti particolari, come lo Stretto di Messina.

Oltre allo sfruttamento di correnti superficiali, sono allo studio tecniche per utilizzare l'energia cinetica generata dalle correnti sottomarine, che possono essere associate a particolari conformazione dei fondali (es. presenza di canyon) ed all'effetto congiunto dei gradienti termici. Tali condizioni potrebbero verificarsi in aree marine limitrofe al comune di Salerno, come quelle prospicienti la costiera amalfitana.

Una situazione analoga si verifica per l'energia dalle onde marine. I principali studi sulla distribuzione geografica del potenziale energetico associato alle onde marine si concentrano infatti sulle coste oceaniche aperte, piuttosto che sui mari chiusi, come il Mediterraneo (Figura 83, Figura 84). In Europa l'energia associata alle onde assume valori particolarmente elevati sulle coste atlantiche dell'Irlanda, dove è stimata in 70 kW per metro, mentre per il mar Mediterraneo le mappe, che si estendono fino ad un valore minimo di 5 kW/m, non ne riportano i valori numerici.



Figura 82 - Siti più favorevoli per sfruttare l'energia delle maree [91]

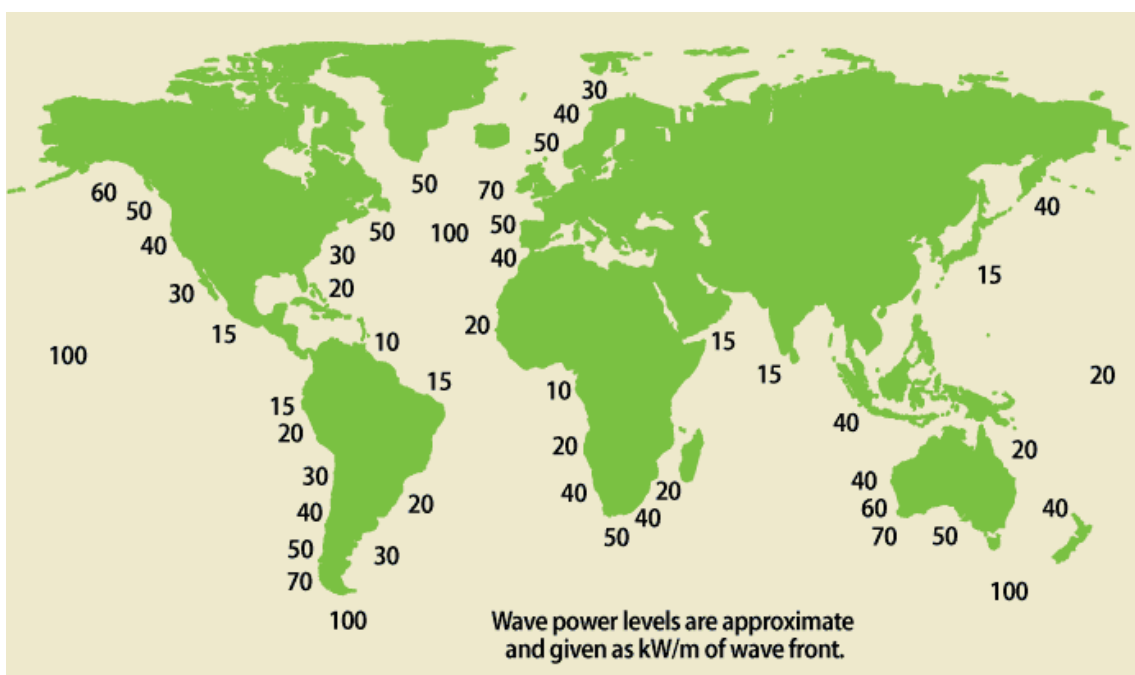


Figura 83 – Distribuzione territoriale della potenza associata alle onde marine (kW/m) [91]

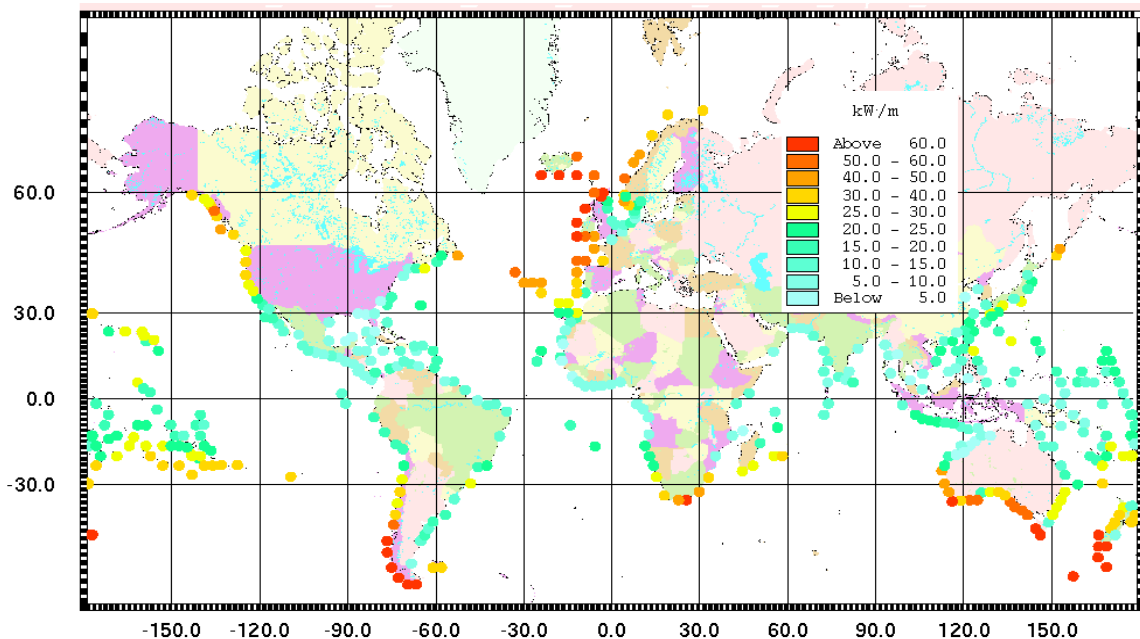


Figura 84 - Stima del potenziale energetico dalle onde marine a livello mondiale [37]

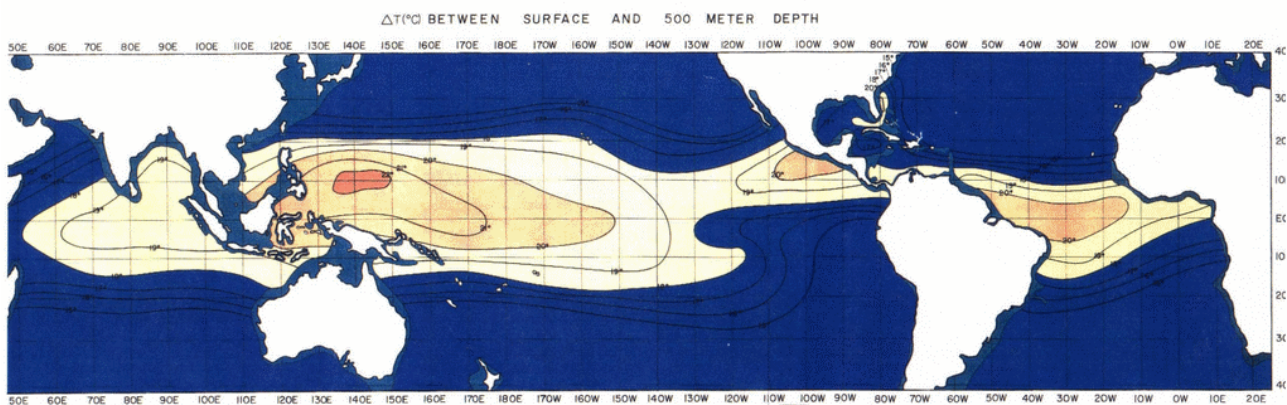


Figura 85 – Distribuzione del gradiente termico nelle acque marine [92]

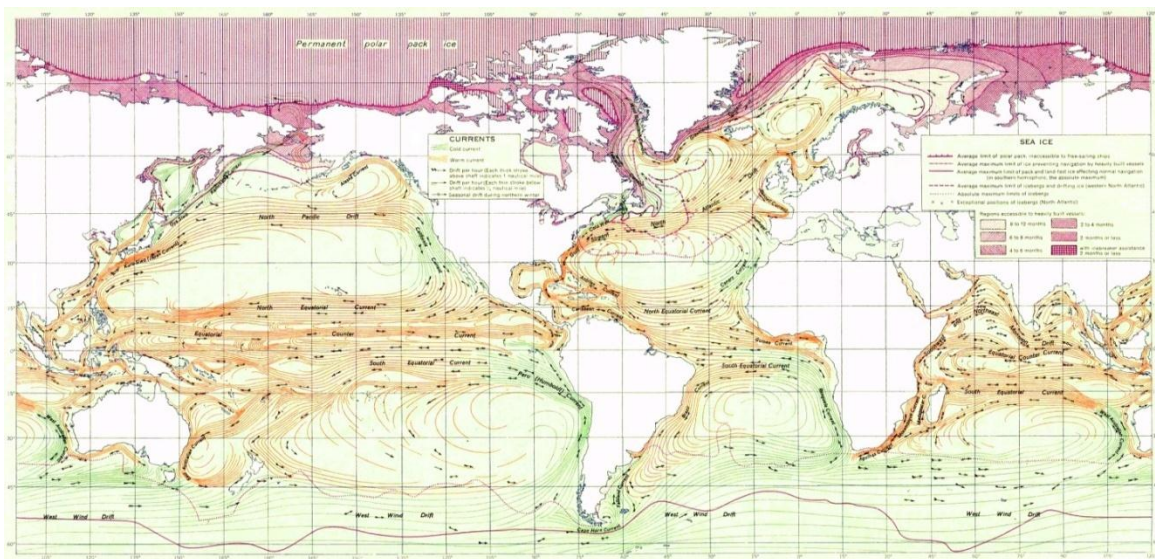


Figura 86 – Distribuzione delle correnti marine [93]

## 15 Energia Idroelettrica

### 15.1.1 Impianti ad acqua fluente

Allo stato attuale, non sono presenti impianti di produzione idroelettrica di taglia significativa nel comune di Salerno. Il territorio comunale, peraltro, si colloca in una fascia di bassa producibilità idroelettrica potenziale, in base alla mappa regionale del potenziale di produzione idroelettrica (Figura 87) [10].

I corsi d'acqua più importanti che attraversano il territorio comunale sono il fiume Irno, che taglia la città, ed il fiume Picentino, che ne segna il confine con il comune di Pontecagnano. Entrambi i corsi d'acqua citati non rientrano nell'elenco dei maggiori fiumi italiani per portata [129], che censiscono i fiumi al di sopra degli 11 mc/s: la portata media dell'Irno è infatti stimata in 3 mc/s [130].

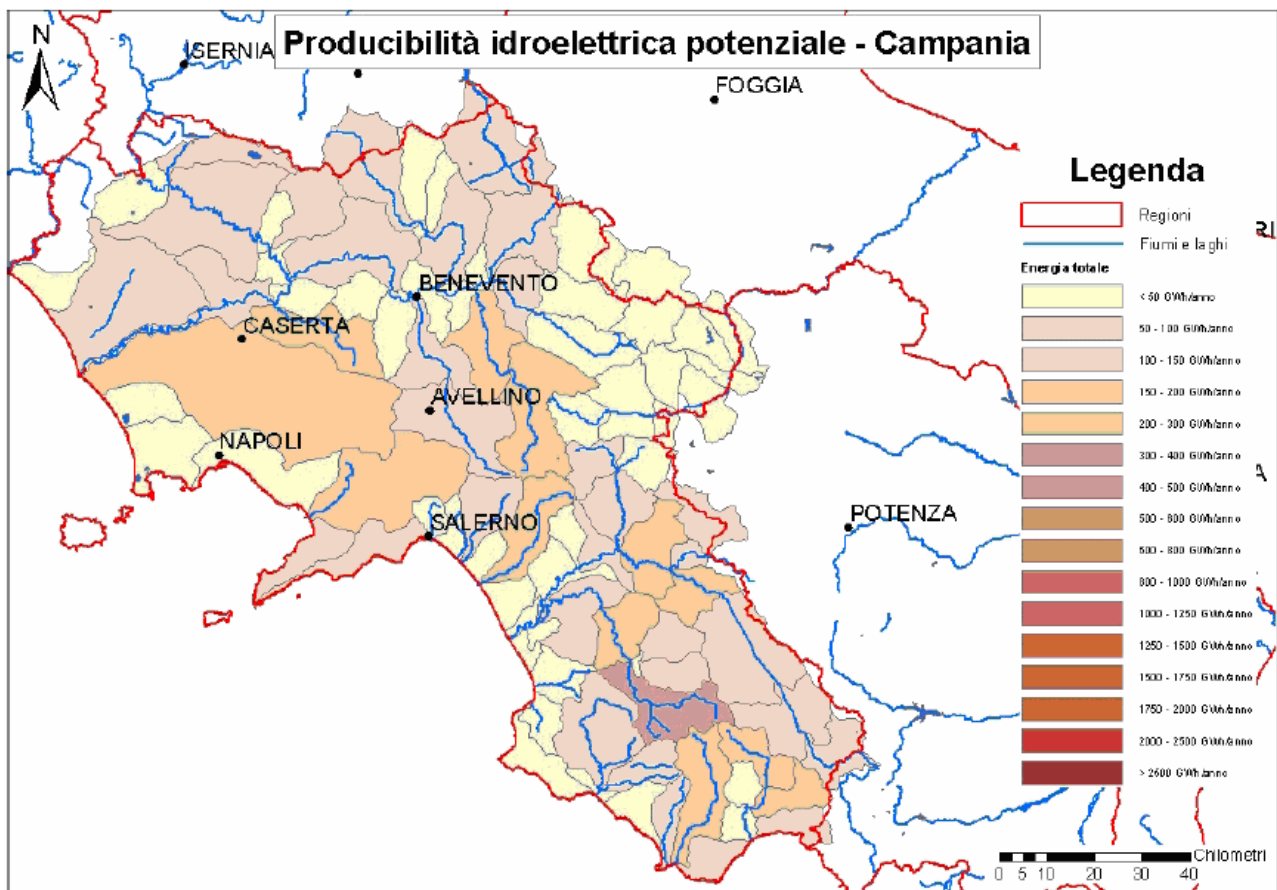


Figura 87 - Regione Campania: mappa del potenziale di produzione idroelettrica

La tipologia di impianto sarebbe quella delle centrali ad **acqua fluente**, nelle classi microidro (da 1 a 100 kW) o miniidro (da 100 kW a 1 MW). Questi impianti sono piuttosto diffusi all'estero (per esempio, in Svizzera), mentre sono relativamente poco presenti in Italia, dove prevalgono le taglie più grandi. Secondo fonti di letteratura [128], il costo medio dell'energia elettrica prodotta da impianti miniidro è di 0,045-0,065 euro/kwh, mentre i costi di installazione e costruzione di un

miniidro sono di 800-1300 euro/kW installato. Nel caso di installazione di un impianto idroelettrico di potenza nominale superiore a 220 kW, il gestore deve corrispondere agli enti pubblici locali (comuni, provincia e regione) i cosiddetti Canoni Idrici, per la concessione e lo sfruttamento di acque pubbliche.

Si riporta quindi una stima della potenza ottenibile da un impianto ad acqua fluente per portate fino a 10 mc/s, in corrispondenza di un salto compreso tra 0.5 e 2 metri (Tabella 63). Nel caso del fiume Irno (portata media di 3 mc/s) un eventuale impianto ad acqua fluente avrebbe una potenza inferiore ai 100 kW, configurandosi come impianto del tipo “micro-hydro”. Pur considerando la possibilità di installare più impianti lungo i corsi d’acqua, il contributo potenziale fornito da tale fonte appare quindi nel complesso molto limitato.

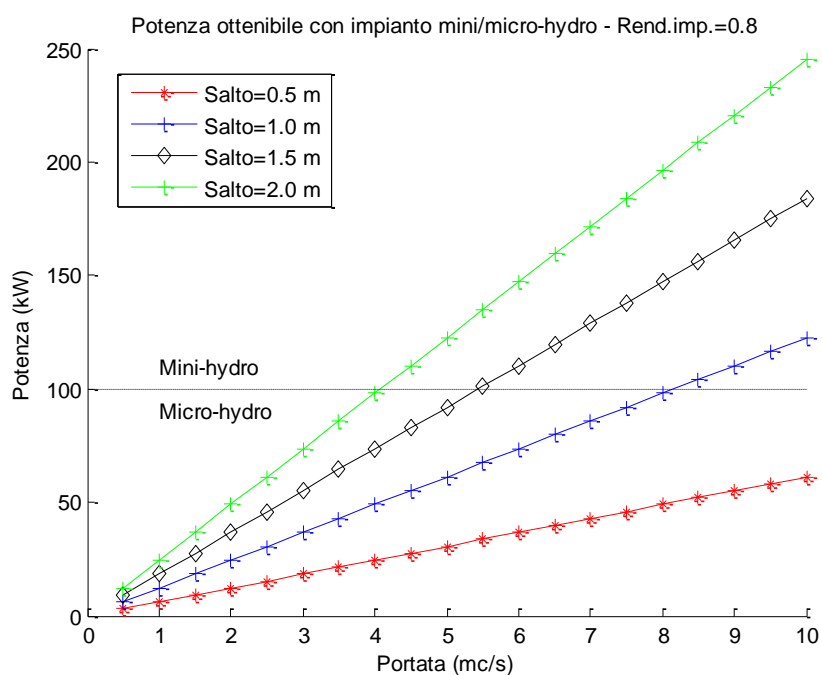


Tabella 63 – Potenza ottenibile con impianti idraulici ad acqua fluente

## 15.2 Recupero dell'energia dagli acquedotti

Un aspetto interessante legato alla fonte idroelettrica è rappresentato dalla possibilità di recuperare parte del surplus energetico utilizzato per alimentare gli acquedotti. Nella rete idrica sono infatti presenti dei dispositivi atti a ridurre la pressione generata dalle pompe e/o dal salto idrostatico, per renderla compatibile con il funzionamento dei sistemi di distribuzione ed erogazione all'utente. L'energia corrispondente alla portata erogata ed al corrispondente salto di pressione è attualmente per lo più dissipata, mentre potrebbe essere almeno parzialmente convertita in energia meccanica, e quindi in energia elettrica, tramite un sistema composto da turbina idraulica e da un generatore elettrico.

Le potenzialità sono notevoli soprattutto negli acquedotti montani, dove sono presenti forti dislivelli, nei quali si ricorre in genere a vasche di compensazione per limitare le sovrappressioni nell'impianto. Anche negli acquedotti urbani in cui l'utenza sia caratterizzata da dislivelli geodetici significativi, come nel caso di Salerno, possono esistere potenziale di recupero energetico interessanti. Ovviamente, affinché il recupero energetico diventi competitivo anche da un punto di vista economico, andrà stimata l'energia potenzialmente recuperabile, legata alle portate ed ai corrispondenti salti di pressione, mettendola in relazione ai relativi costi di investimento, nonché ai costi di esercizio e manutenzione.

In un impianto idrico come quello di Salerno, che eroga una portata media dell'ordine dei 27.500.000 m<sup>3</sup>/anno, le riduzioni di pressione si realizzano sia in apposite valvole di regolazione inserite nel tracciato dell'acquedotto (in numero di 20 nel caso in esame, Tabella 64), che tramite i numerosissimi riduttori di pressione posti immediatamente a monte dell'utenza finale. In linea di principio, è possibile recuperare l'energia in entrambi i casi, ma è evidente come convenga prioritariamente prevedere un intervento per le valvole di regolazione, dove le portate unitarie sono sensibilmente più elevate, e dove quindi il rapporto costi/benefici dell'intervento può essere più favorevole.

A partire dai dati sui salti di pressione e sulle portate, resi disponibili dalla società Salerno Sistemi, si è stimata<sup>36</sup> una potenza media recuperabile di 304 kW, che corrisponderebbe ad un recupero di 2,212 GWh/anno, corrispondenti a circa 970 tonnellate annue di CO<sub>2</sub> evitata. Il calcolo, da ritenersi largamente approssimativo, consente comunque di stimare l'ordine di grandezza dei benefici ottenibili da un intervento concentrato sulle valvole dell'acquedotto.

Per quanto riguarda i regolatori di pressione posti a monte dell'utenza, si potrebbe ipotizzare un intervento di recupero energetico almeno nel caso delle utenze caratterizzate da consumi di acqua elevati, come per gli impianti sportivi. Sono già disponibili sul mercato dei sistemi composti da turbine assiali collegate ad un alternatore inseribili negli acquedotti e compatibili con l'utilizzo di acqua potabile, con potenze dell'ordine dei 100 W, per portate dell'ordine di 3 l/s.

---

<sup>36</sup> Si è considerato un rendimento medio dell'83%. Nel caso di pressione a valle variabile, si è considerato un valore medio pari alla media pesata tra i valori minimo e massimo, con pesi pari al 70% e 30%, per tener conto della variabilità attesa delle portate e quindi dei salti di pressione nel corso dell'esercizio.

VALVOLE DI REGOLAZIONE (STABILIZZAZIONE O MODULAZIONE DELLA PRESSIONE)							
N°	Installazione attuale	Diametro	Caratteristiche valvola	Dati pressione		Qmedia	Qmax
				Monte	Valle	l/s	l/s
1	Via Cavolella (DN 200)	65	Stab.Valle	135 m	60 m	20	30
2	Via Cavolella (DN 100)	65	Stab.Valle	135 m	72m	5	9
3	Via Cavolella (DN 80)	65	Stab.Valle	135 m	50m	7	15
4	Casa Martino (Rufoli)	50	Stab.Valle	110 m	(*) (60m-40m)	3	5
5	S.Nicola di Giovi	65	Stab.Valle	80 m	(**) (62-76m)	4	6
6	Via Sant. di Montestella	50	Stab.Valle	75 m	30 m	10	15
7	Vallone Conca	150	Stab.Monte-Valle	Stab. a circa 15 m	pelo libero	60	100
8	Pastorano	50	Stab.Valle	135 m	(**) (50-71m)	2	5
9	Brignano Superiore	65	Stab.Valle	140 m	90 m	2	3
10	Brignano Inferiore	65	Stab.Valle	140 m	80 m	10	15
11	Casa Manzo	150	Stab.Monte	Stab. a circa 80 m	20 m	70	130
12	Bottino S.Nicola	150	Stab.Monte-Valle	20 m	20 m	35	60
13	Via Breccia	150	Stab.Valle	65 m	30 m	25	35
14	Via dei Sanniti	150	Stab.Valle	95 m	40 m	15	25
15	Via Wenner	200	Stab.Valle	80 m	40 m	60	90
16	S.S. Pontecagnano	150	Stab.Valle	80 m	55 m	25	35
17	S.Leonardo	250	Stab.Valle	95 m	55 m	140	220
18	Via Orofino	200	Stab.Valle	120 m	(**) (44-73m)	80	150
19	S.F. in Feline	125	Stab.Valle	80 m	42 m	25	40
20	S.Eustachio	200	Stab.Valle	85 m	35 m	60	110

(\*) Modulazione orario, (\*\*) Modulazione portata

Tabella 64 – Valvole di regolazione inserite nell'acquedotto di Salerno



## **16 Potenzialità energetico-ambientali legate alla diffusione della cogenerazione a biomassa sul territorio comunale<sup>37</sup>**

---

La cogenerazione a biomassa associa al risparmio energetico i benefici dell'utilizzo di fonti alternative. L'utilizzazione di fonti energetiche alternative e di strumenti per il risparmio energetico sono agevolati, anche in Italia, da una legislazione che mira alla salvaguardia ambientale e ad una maggiore indipendenza energetica. Tra gli incentivi assumono particolare rilevanza i certificati verdi, che premiano l'utilizzo di fonti energetiche alternative, e i certificati bianchi che invece incentivano il risparmio energetico.

La possibilità di installare impianti di cogenerazione alimentati a biomasse presuppone la presenza di un quantitativo sufficiente di fonti energetiche. Allo stesso tempo è necessario effettuare un'analisi dell'utenza in modo da visualizzare la giusta distribuzione di installazione degli impianti.

Nel presente capitolo sono dunque affrontati nel dettaglio le potenzialità di risparmio energetico della cogenerazione, con particolare attenzione rivolta all'utilizzo di biocombustibili realisticamente ricavabili da biomasse disponibili sia nell'area comunale che in quella provinciale.

---

<sup>37</sup> Questo capitolo è stato curato dall'ing. Marco Sorrentino, del DIMEC dell'Università di Salerno. Hanno collaborato, in qualità di tesiste di primo livello in ingegneria meccanica, Anna D'Auria e Marianna Tango. I relativi riferimenti bibliografici sono riportati nel paragrafo 18.1.2.

## 16.1 La Cogenerazione

La cogenerazione prevede la produzione combinata di energia termica ed elettrica (o meccanica). Spesso l'energia termica di scarto, proveniente da processi di conversione termodinamica e generalmente riversata nell'ambiente, può essere riutilizzata all'interno di un impianto cogenerativo per soddisfare, oltre che l'utenza elettrica, anche una determinata richiesta di energia termica.

La maggior parte degli impianti moderni per la produzione di energia elettrica sono strutturati seguendo un certo ciclo termodinamico (i.e., "Ciclo convenzionale", illustrato in Figura 88) che evolve fra una temperatura massima e una minima. Analizzando tale ciclo e valutandone il rendimento come:

$$\eta = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}} \quad (3)$$

è chiaro che esso cresce se aumenta la temperatura massima e diminuisce quella minima.

In generale negli impianti più comuni che evolvono secondo questo ciclo, la temperatura inferiore coincide con la temperatura ambiente. Ciò va a vantaggio del rendimento, ma a discapito dell'utilizzabilità del calore in uscita per la generazione di energia termica.

La tecnica della cogenerazione nasce proprio con l'intento di utilizzare il calore in uscita dal ciclo. Per fare ciò è necessario, quindi, che l'energia termica in uscita dal ciclo (i.e.,  $Q_2$ ) venga rilasciata a una temperatura sufficientemente superiore a quella ambiente (cfr. "Ciclo cogenerativo", illustrato in Figura 88). Ciò determina un aumento della temperatura minima, con una conseguente riduzione del rendimento (cfr. Eq. 1). Per valutare, quindi, i vantaggi ricavabili dall'utilizzo di questa tecnica è necessario stabilire dei parametri che permettono di confrontare il sistema tradizionale con il sistema di cogenerazione.

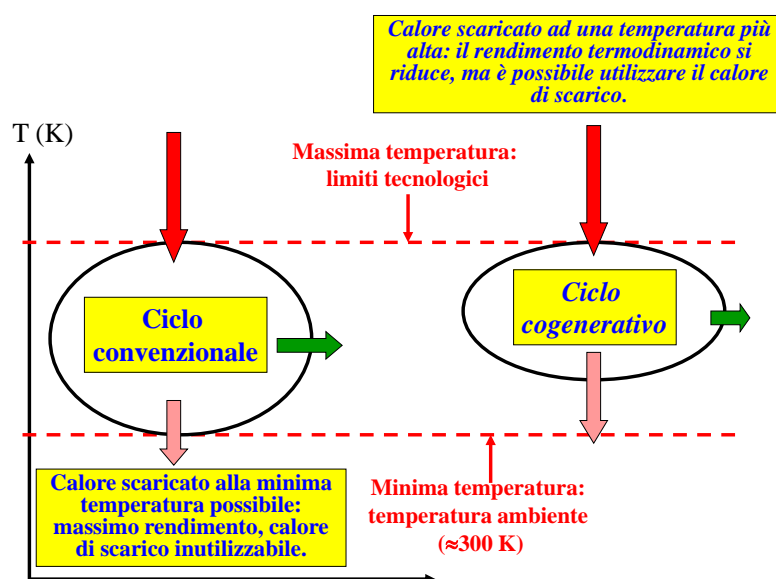


Figura 88: Confronto fra ciclo convenzionale e ciclo cogenerativo.

### 16.1.1 I parametri di valutazione

La valutazione energetica di un impianto cogenerativo è eseguita sulla base dei seguenti parametri: i) il CUC (Coefficiente di utilizzo del combustibile); ii)  $\eta_e$  (Rendimento elettrico); iii)  $\eta_t$  (Rendimento termico); il REP (Risparmio di energia primaria); iv) l'IEN (indice energetico); v) l'indice elettrico Z.

Il CUC è valutato secondo la seguente formula:

$$CUC = \frac{E_e + E_t + E_m}{E_p} \quad (4)$$

con:

- $E_e$  = Energia elettrica resa all'utenza
- $E_m$  = Energia meccanica resa all'utenza
- $E_t$  = Energia termica resa all'utenza
- $E_p$  = Energia immessa nel sistema ed associata alla fonte primaria utilizzata.

I rendimenti elettrico e termico valutano le condizioni di funzionamento nominale di un impianto sotto carico continuo. Sono definiti secondo le seguenti espressioni:

$$\eta_e = \frac{E_e}{E_p} \quad (5)$$

$$\eta_t = \frac{E_t}{E_p} \quad (6)$$

Il REP si ottiene confrontando il sistema con quello tradizionale a parità di energia resa all'utenza:

$$REP = \frac{\text{Energia primaria risparmiata}}{\text{Fabbisogno di energia primaria}} = 1 - \frac{E_p}{E_{p,c} + E_{p,ene}} \quad (7)$$

dove  $E_{p,ene}$  ed  $E_{p,c}$  rappresentano, rispettivamente, l'energia immessa nel sistema tradizionale (i.e., centrale ENEL) per la conversione in energia meccanica e/o elettrica e quella fornita al sistema tradizionale (i.e., caldaia) per la conversione in energia termica.

Il criterio di assimilabilità definito dal CIP 6<sup>38</sup> si basa sul concetto di Indice energetico (IEN) definito come:

$$IEN = \frac{E_e}{E_p} + \frac{E_t}{0,9 E_p} - \left( \frac{1}{0,51} - 1 \right) \left( 0,51 - \frac{E_e}{E_p} \right) \quad (8)$$

dove in questo caso si assume che:

- $E_p$  = energia immessa annualmente nell'impianto attraverso i combustibili fossili commerciali;

<sup>38</sup> Il provvedimento CIP n.6 del 29 Aprile 1992 definisce le condizioni affinché un impianto di cogenerazione sia assimilabile a fonte rinnovabile e il prezzo di retribuzione dell'energia immessa in rete da impianti di questo tipo.

- $E_t$ = energia termica utile resa annualmente dall'impianto;
- $E_e$ = energia elettrica utile prodotta annualmente dall'impianto al netto di autoconsumi (energia assorbita dai servizi ausiliari, sulla base del programma annuale di utilizzo).

Affinché un impianto convenzionale sia assimilabile ad un impianto che usa fonti rinnovabili dovrà risultare  $IEN > 0,51$ . Si avrà poi una tariffa ancora più favorevole nel caso di  $IEN > 0,60$ .

L'Indice elettrico ( $Z$ ), utilizzato per il confronto delle prestazioni fra i diversi impianti cogenerativi (e.g., motori a combustione interna, turbine a gas ecc.) è definito come rapporto fra le potenze elettrica e termica [1]:

$$Z = \frac{P_e}{P_t} \quad (9)$$

Valutato in funzione del cogeneratore,  $Z_{cog}$  è fisso e dipende dai dati di targa. Dal punto di vista dell'utenza,  $Z_{utenza}$  è variabile in funzione delle ore del giorno, del giorno della settimana, del periodo dell'anno (perché varia la richiesta). Il tipo di impianto cogenerativo che massimizza la convenienza economica corrisponde ad un valore  $Z_{cog}$  uguale o prossimo al valore medio di  $Z_{utenza}$ .

È infine opportuno sottolineare che un impianto può effettivamente ritenersi cogenerativo se supera i requisiti contenuti nel decreto n.79/99 dell'AEEG (Autorità dell'Energia Elettrica e il Gas). In particolare, secondo tale decreto gli indici REP e  $Z$  non devono essere inferiori, rispettivamente, al 5 ed al 15% [2].

### 16.1.2 Classificazione e Tipologie di impianti di cogenerazione

Gli impianti di cogenerazione possono essere classificati secondo vari criteri. Nel seguito si riportano quelli principali:

In funzione della dimensione (e quindi della potenza elettrica nominale) dell'utenza da servire [3]:

- Cogenerazione Macro  $>1$  MW
  - industrie
  - comuni
  - interi quartieri urbani
- Cogenerazione micro, piccola cogenerazione  $<1$  MW
  - Abitazioni singole/pluri-familiari
  - piccoli edifici
  - uffici

In funzione del campo di applicazione:

- Ambiti produttivi
  - industrie ceramiche, cartarie
  - alimentari, tessili
- Ambito energetico

- teleriscaldamento
- Settore terziario
  - ospedali, scuole, alberghi, piscine
  - impianti sportivi

In funzione del dispositivo di conversione di energia primaria (o Motore Primo):

- motori a combustione interna (MCI)
- turbine a gas (TG)
- turbine a vapore (TV)
- impianti combinati (CC)
- celle a combustibile (Fuel Cell- FC).

La Figura 89 riassume i dati caratteristici utili ad eseguire una scelta appropriata del cogeneratore in funzione dello specifico ambito applicativo.

	MCI	TG	TV	FC	CCC
rendimento complessivo (%)	70-80	70-75	80	65-80	70-90
rendimento elettrico (%)	25-50	10-30	20-38	40-60	35-55
rendimento termico (%)	30-45	60-75	35-50	35-45	10-45
ciclo di vita (anni)	10-20	15-20	20-35	>5	15-25
carico minimo (%)	50	75	20	Nessun limite	75
disponibilità (%)	92-97	90-98	99	>95	90-98
costo installazione (€/kWhe)	700-1400	600-800	700-900	>2500	600-800
costo manutenzione (€/MWh)	6-12	2-7	3	2-12	2-6
utilizzo per Pe	< 10 MW	Tutte	> 1 MW	< 1 MW	> 10 MW
combustibili	Gas, olio, diesel	Gas	TUTTI	gas	Gas, liquidi

Figura 89: Confronto fra le tipologie di impianto (fonte [4]).

### 16.1.3 Vantaggi e svantaggi della cogenerazione

I principali vantaggi della cogenerazione sono direttamente connessi all'elevato indice di utilizzazione del combustibile (i.e., CUC), che può arrivare fino al 75-80%. La Figura 90 fornisce una descrizione schematica dei risparmi ottenibili attraverso una generazione combinata (i.e., cogenerazione) rispetto ad un sistema tradizionale, in cui l'energia elettrica e l'energia termica sono rese all'utenza da due impianti separati.

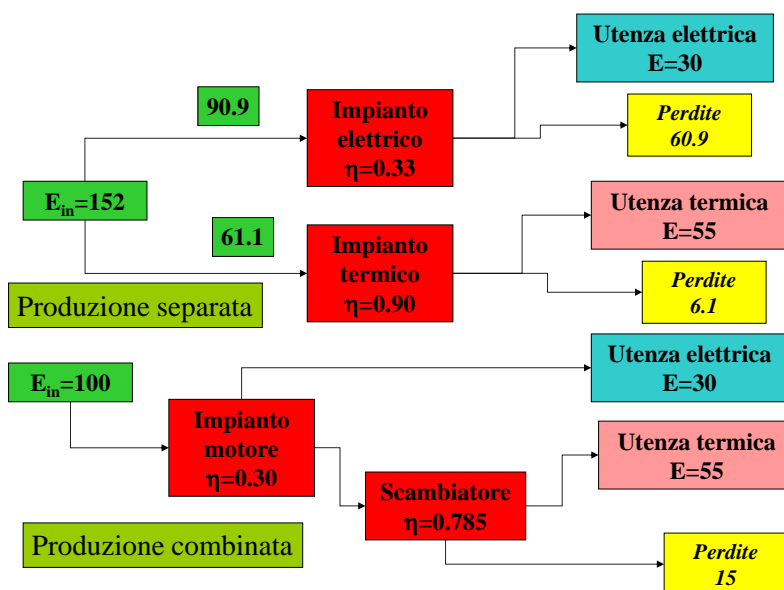


Figura 90: Benefici energetici ottenibili dalla generazione combinata di energia elettrica e calore [5].

Ulteriori vantaggi sono elencati di seguito:

- minore dissipazione energetica grazie alla decentralizzazione della produzione;
- la possibilità di utilizzare fonti alternative, in particolare le biomasse;
- la possibilità di accedere a varie forme di incentivazione tra cui l'acquisizione di certificati bianchi e, se l'impianto utilizza fonti energetiche alternative, di certificati verdi.

Tali vantaggi producono ulteriori benefici. Il miglior grado di sfruttamento dell'energia primaria non solo consente un risparmio di combustibile, ma anche una considerevole riduzione delle emissioni inquinanti. Inoltre l'utilizzo di fonti energetiche alternative, oltre a produrre benefici ambientali, permette un'indipendenza dalle importazioni di combustibile. Ciò fa della cogenerazione un appropriato mezzo per il raggiungimento degli obiettivi proposti dal protocollo di Kyoto [6] e dal pacchetto 20-20-20 [7].

Gli svantaggi riguardano soprattutto l'applicazione pratica del concetto apparentemente semplice di cogenerazione, che può diventare difficoltosa a causa di tre circostanze:

- a) incongruenza tra le caratteristiche del calore reso disponibile dal ciclo di potenza ed il calore richiesto dalle utenze;
- b) sfavorevole ubicazione del ciclo di potenza rispetto alle utenze di calore;
- c) sfasamento temporale delle richieste di elettricità e calore.

I suddetti inconvenienti giustificano la necessità di affrontare il problema della scelta di un impianto cogenerativo attraverso un processo complesso, che implica numerosi aspetti decisionali. In primo luogo, occorre effettuare un'analisi di pre-fattibilità, tesa a stabilire le condizioni di convenienza tecnico-economica ed a orientare la scelta su uno o più tipologie impiantistiche. Successivamente, si passa all'analisi di fattibilità-progettuale, finalizzata alla

definizione di: tipologia e taglia dell'impianto; strategie di gestione e controllo; aspetti tariffari e normativi.

## 16.2 Le biomasse

Nell'ambito delle fonti energetiche alternative vi sono le biomasse, che rappresentano un valido sostituto alle fonti non rinnovabili come i combustibili fossili. Per biomassa si intende l'insieme di materiali di origine organica, vegetale o animale quali residui dell'attività agricola, allevamento, industria del legno, urbani, ecc.

Le principali fonti energetiche da biomassa sono:

- legname da ardere
- residui agricoli e forestali
- scarti dell'industria agroalimentare
- reflui degli allevamenti
- rifiuti urbani
- specie vegetali coltivate per lo scopo.

A seconda dell'origine e della tipologia di biomassa si avrà un diverso contenuto energetico, nonché diverse tecniche di reperimento e di utilizzazione. Le tipologie principali di biomassa sono rappresentate dai biocarburanti impiegati nell'industria del trasporto, biocombustibili per la produzione di energia elettrica, biogas e biomassa secca e si distinguono a seconda che subiscano una trasformazione in energia diretta o indiretta. Le tecnologie attualmente disponibili sono [8]:

- combustione diretta
- carbonizzazione
- pirolisi
- gassificazione
- digestione anaerobica
- digestione aerobica
- fermentazione alcolica
- estrazione di olii e produzione di biodiesel
- transesterificazione

In Figura 91 sono sintetizzati i processi di trasformazione delle principali forme di biomassa in biocombustibili.



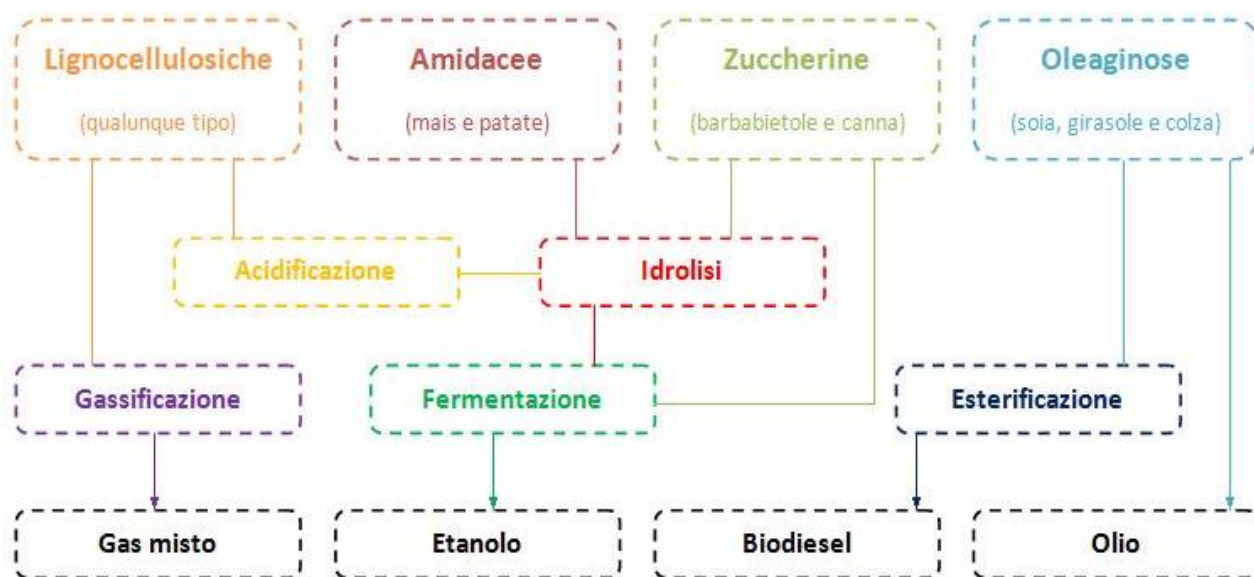


Figura 91: Principali combustibili da biomassa (fonte [8]).

### 16.2.1 Vantaggi e considerazioni sull'uso delle biomasse

L'uso delle biomasse costituisce uno strumento valido per affrontare le attuali problematiche energetiche ed ambientali. Infatti, si tratta di una fonte energetica inesauribile e in termini di salvaguardia ambientale consente una sensibile riduzione delle emissioni di gas serra, oggi in crescente aumento a causa dell'uso prevalente di combustibili fossili. A differenza di questi ultimi le biomasse sono fonte di energia pulita in quanto rappresentano una forma naturale di accumulo di energia solare. Inoltre l'uso delle biomasse consente di eliminare gli scarti delle diverse attività agricole, forestali, urbane, industriali e ricavare allo stesso tempo energia elettrica.

Per meglio comprendere l'impatto ambientale positivo legato ad un maggiore utilizzo delle biomasse, è opportuno analizzarne il relativo ciclo dell'anidride carbonica, illustrato in Figura 92. Durante la fase di crescita le piante assorbono l'anidride carbonica presente in atmosfera e successivamente nel processo di trasformazione la rilasciano. Se si analizza in questo modo, il ciclo risulta essere perfetto, cioè a emissioni 0. Ovviamente, se si considera che accanto a queste fasi ci sono anche quelle di produzione e trasporto che comportano un contributo alla produzione di gas serra, il ciclo non risulta essere equilibrato e si ha comunque un certo impatto ambientale.

Inoltre, se anziché utilizzare terreni in degrado si sottraggono spazi verdi, l'uso di queste risorse diviene ulteriormente negativo. Complessivamente sono questi i punti di dibattito sostenuti da coloro che analizzano la possibilità di sfruttare al meglio tali fonti energetiche.

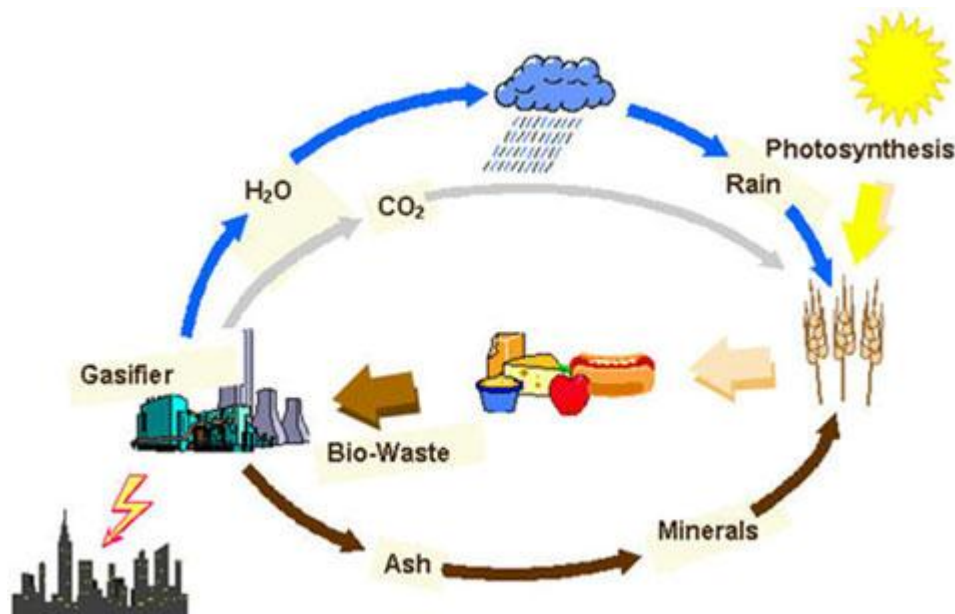


Figura 92: Ciclo dell’anidride carbonica per le biomasse (fonte [9]).

Nonostante gli indiscutibili effetti positivi connessi ad un utilizzo maggiore delle biomasse quale fonte energetica alternativa, il loro utilizzo è ancora piuttosto limitato, soprattutto nel nostro paese. A tal proposito, in Figura 93 è riportato l’attuale livello di utilizzo delle biomasse in Europa. In particolare si nota come i paesi che maggiormente sfruttano le biomasse sono per lo più concentrati nel nord Europa, mentre in Italia l’utilizzo di questa fonte risulta ancora marginale e pone il nostro paese al di sotto della media Europea.

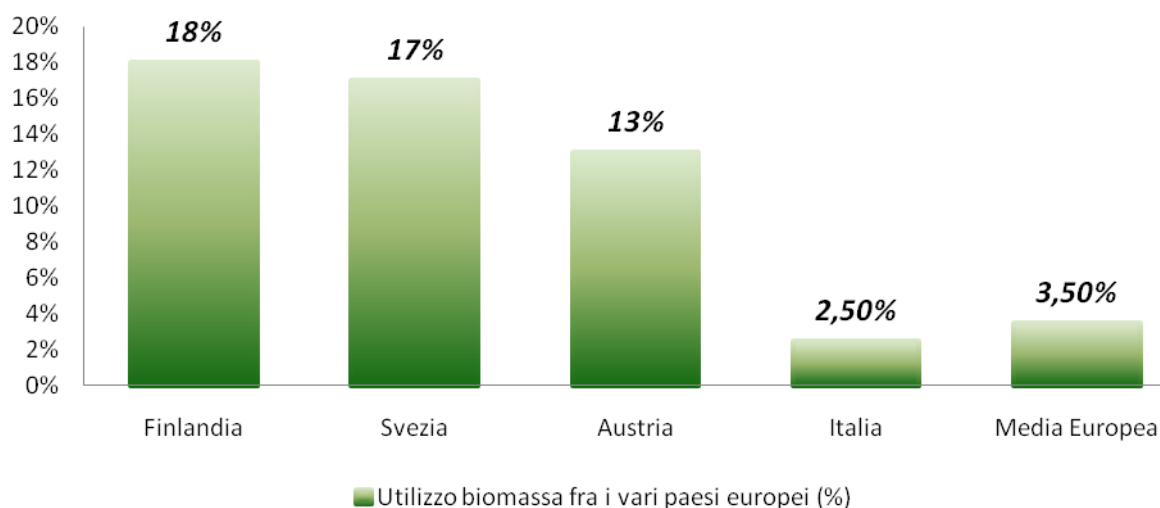


Figura 93: Utilizzo della biomassa in Europa (Fonte [10]).

### 16.2.2 Situazione locale

Attualmente in Campania non è presente una filiera per la produzione delle biomasse ben definita. Tuttavia il piano energetico e ambientale regionale (PEAR Campania), di recente approvazione [11], si propone di indicare il tipo di territorio atto ad accoglierla, in modo da incentivarne la realizzazione. Molte sono però le zone del nostro territorio dedicate a numerose altre produzioni,

tra cui anche molte soggette a marchi DOP, che logicamente sottraggono spazio alle colture energetiche. Si cerca quindi di sfruttare al meglio il territorio tramite lo sviluppo di aree in cui non sussistono ancora le condizioni per una coltivazione di particolare qualità, ovvero utilizzando, come biomasse, alcuni scarti delle produzioni agricole di qualità.

La creazione di una filiera agro-energetica permette di potenziare il serbatoio di energie rinnovabili, fornendo al territorio un valore aggiunto di cui la popolazione risulterebbe beneficiaria. In Campania infatti l'agricoltura rappresenta il 3.2% del PIL totale, a confronto della percentuale del 2.4% della media nazionale. È quindi evidente l'opportunità di sfruttare a fini energetici anche gli scarti derivanti dalla gestione delle aree boschive o agricole, nonché i residui agroindustriali di difficile smaltimento. Un'altra fonte di bioenergia è costituita dall'allevamento del bestiame. Le aziende zootecniche rappresentano infatti circa il 34% delle aziende presenti in zona. I reflui prodotti in tale ambito sono particolarmente adatti alla produzione del biogas, con una conseguente riduzione degli aggravi dovuti al loro difficile smaltimento. In Figura 94 e Figura 95 sono descritte in particolare le distribuzioni, a livello comunale, del valore energetico dei residui agricoli e forestali. Nello specifico, si nota un potenziale energetico piuttosto contenuto nella città di Salerno, laddove altri comuni limitrofi presentano valori molto più interessanti. Quest'ultima considerazione è comunque in accordo con uno degli obiettivi specifici del PEAR, ovvero la realizzazione di filiere corte per la distribuzione della biomassa dal punto di produzione a quello di conversione energetica.

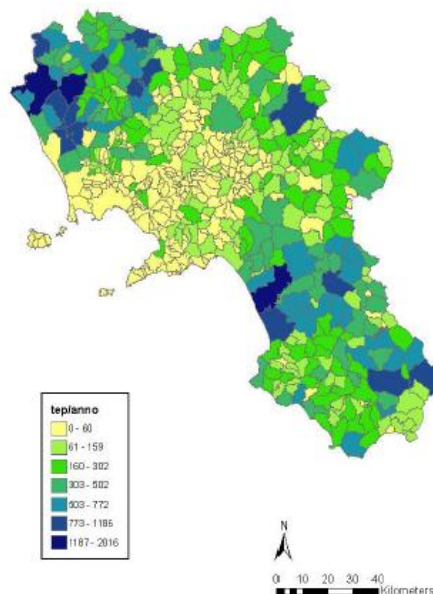
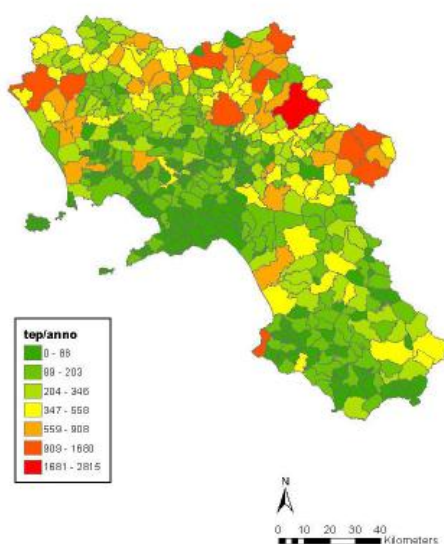


Figura 94: distribuzione comunale del contenuto energetico dei residui agricoli (fonte [12]).

Figura 95: distribuzione comunale del valore energetico dei residui forestali (fonte [11]).

### 16.2.3 Incentivi e diffusione della biomassa

Il primo atto governativo mirante ad incrementare il ricorso alle fonti di energia rinnovabile è stato il Piano Energetico Nazionale (PEN) del 1988, cui hanno fatto seguito le leggi del 9 gennaio 1991 n. 9 e 10 ed il Provvedimento CIP 6/92 [12]. La legge 9/91 ha concesso ai privati la produzione di elettricità e ha indetto la libera circolazione dell'energia all'interno del gruppo industriale dell'autoproduttore. La quantità di energia eccedente veniva invece ceduta all'Enel che, avendo assoluto monopolio in quest'ambito, ha avuto la facoltà di rifiutare il ritiro. La legge 10 invece prevede incentivi in conto capitale per l'installazione di impianti di cogenerazione, da un minimo del 20% a un massimo del 40% della spesa di investimento per alcuni interventi effettuati in tal campo. Il provvedimento CIP del 29 aprile 1992 ha regolato gli scambi energetici anche dal punto di vista economico incentivando gli scambi che includano fonti energetiche rinnovabili, assimilando come fonte rinnovabile anche l'energia proveniente da un impianto di cogenerazione. In particolare già dal 1991 l'Enel venne obbligata ad acquistare, a prezzi maggiorati, l'energia di produzione di impianti privati entrati in funzione dopo il 30 gennaio 1991.

Si può notare che il reale aiuto per lo sviluppo delle energie rinnovabili è stato realizzato dai provvedimenti del CIP (Comitato Interministeriale dei Prezzi), che incentivano la produzione di energia elettrica derivante da fonti rinnovabili, in particolare eolica e proveniente da biomasse, facendo uso di un fondo di circa 10 miliardi di euro.

Mentre in altri settori vengono fruttate svariate forme di energia alternativa, gli interventi nell'ambito dei trasporti si basano per lo più sull'utilizzo di biocombustibili per una percentuale che copra il fabbisogno regionale pari al 2% entro il 2013 e del 10% entro il 2020. Per questa ragione sono state incentivate le colture energetiche per la produzione di biocarburante come il biodiesel e il bioetanolo. Il biodiesel fornisce un'esenzione dalle imposte applicabile annualmente a 200.000 tonnellate di combustibile. Tale incentivo risulta parte di un programma che si prolunga da Gennaio 2005 a Dicembre 2010 e può essere modificato nel caso in cui vi sia una sovracompensazione dei costi di produzione del biodiesel medesimo [13].

Un ulteriore finanziamento è fornito dal Ministero delle politiche agricole e forestali e dal PAC (Politica Agricola Comune) che spingono verso lo sfruttamento delle zone territoriali in modo da realizzare colture di biomasse, o semplicemente riutilizzare gli scarti di una generica produzione a fini energetici.

Il mercato energetico è stato inoltre liberalizzato in modo da sfruttare al meglio l'energia, specialmente quella rinnovabile, che può essere fornita da impianti di cogenerazione o da altre tipologie di impianto. In tal modo la richiesta di energia elettrica viene soddisfatta in minor misura da approvvigionamenti esterni meno affidabili. Da ciò ne ricavano benefici i fornitori italiani e, nel caso di utilizzo di fonti rinnovabili, anche l'ambiente; oltretutto si realizza così un utilizzo più efficiente dell'energia.

Il decreto Bersani del '99 ha introdotto un altro sistema per l'incentivazione delle risorse rinnovabili basato sui certificati verdi, forniti dal gestore nazionale in favore di fornitori di energia prodotta da fonti rinnovabili. Ogni impianto che immetta o richieda dalla rete un'energia superiore ai 100 GWh deve garantire la produzione di una quota, inizialmente fissata al 2%, di energia proveniente da fonti rinnovabili. Per non venir meno a tale obbligo, i gestori dell'impianto possono acquistare tutta o parte della quota stabilita mediante il commercio dei certificati verdi e/o procurarsi diritti di emissione regolati dai certificati neri. Il gestore della rete nazionale ha l'obbligo di favorire l'immissione sulla rete dell'energia proveniente: dall'uso di fonti rinnovabili, da impianti cogenerativi e dall'energia ricavata da fonti combustibili primarie nel suddetto ordine.

Nel caso di impianti che utilizzino fonti rinnovabili per la produzione energetica, il GSE (Gestore dei Servizi Energetici) assegna certificati verdi proporzionalmente al quantitativo di energia che si ottiene moltiplicando il netto dell'energia elettrica prodotta per un coefficiente k. Tale coefficiente è pari a 1.8, se le fonti energetiche utilizzate sono biomasse provenienti da filiera corta, e pari a 1.3 per le biomasse generiche [14].

Il valore del certificato verde è fissato annualmente e risulta essere pari alla differenza tra un valore di riferimento, fissato durante la prima applicazione dei certificati verdi e pari a 180 €, e il valore medio annuo del prezzo di cessione dell'energia elettrica definito dall'Autorità dell'Energia Elettrica e il Gas (AEEG), registrato all'anno precedente e comunicato dalla stessa entro il 31 gennaio di ogni anno. Il valore di riferimento e dei coefficienti k, riferiti alle varie fonti rinnovabili, possono essere aggiornati ogni tre anni. Oggi, l'estensione della durata dei certificati verdi è stata ampliata ai 15 anni e ha un valore di 88 €/MWh al netto di IVA. La quota di energia emessa da ogni impianto e proveniente da fonti rinnovabili, dovrà aumentare di una percentuale dello 0.75% ogni anno nel periodo 2007-2012 e il singolo certificato è rilasciato per ogni MWh di energia prodotto. Gli impianti che non producano una quantità di energia elettrica superiore a 1 MWh possono richiedere, in alternativa ai certificati verdi, una tariffa comprensiva sia dell'incentivo per lo sfruttamento di risorse rinnovabili, sia del ricavo della vendita di energia elettrica (i.e., tariffa omnicomprensiva). Per gli impianti che sfruttino biomasse da filiera corta tale tariffa sarà pari a 300 €/MWh mentre per lo sfruttamento delle biomasse generiche sarà pari a 280 €/MWh. Tali misure possono comunque essere modificate dopo tre anni dalla loro adozione [15].

Con il D.M. del 18/12/2008 è stata stabilita la non cumulabilità dei certificati verdi o della tariffa omnicomprensiva sostitutiva con altri incentivi di natura nazionale, regionale, locale o comunitaria, fatta eccezione degli impianti che utilizzino le biomasse. In tal caso infatti tutti gli incentivi saranno cumulabili fino ad una quantità non eccedente il 40% del costo d'impianto complessivo.

I certificati bianchi, detti anche titoli di efficienza energetica (TEE), sono utilizzati per ridurre il consumo energetico. Istituiti in Italia nel luglio 2004 sono entrati in vigore nel 2005. Il loro valore viene modificato nel tempo in base all'andamento del mercato per opera dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas, e nel 2010 è stato fissato a 92,22 €/tep.

Gli interventi che permettono il risparmio energetico possono essere effettuati sia a monte di un processo produttivo sia distribuendo all'utenza strumenti di più alta efficienza. Generalmente il risparmio energetico deve essere rilevato entro 5 anni, eccetto per gli interventi di architettura bioclimatica che hanno un periodo di rilevamento che si prolunga fino agli 8 anni. Il mercato dei certificati bianchi è gestito dal GME (Gestore del Mercato Elettrico) mentre l'AEEG (Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas) autorizza l'emissione dei TEE oltre che valutare e controllare l'effettivo risparmio energetico. I certificati bianchi sono infatti attribuiti sulla base delle tonnellate equivalenti di petrolio che permettono di produrre un quantitativo di energia pari a quella risparmiata grazie all'efficienza dell'impianto [16].

Gli impianti cogenerativi a biomasse sono considerati, all'interno del succitato decreto Bersani, impianti alimentati con fonti energetiche rinnovabili [11]. Tale considerazione porta a concludere l'elevata convenienza ad investire sulla cogenerazione a biomassa, in virtù non solo dei benefici energetico-ambientali discussi nei paragrafi precedenti, ma anche degli incentivi succitati (i.e., certificati verdi o tariffa omnicomprensiva).

Dalla finanziaria 2008 si può notare una convenienza nell'adottare impianti di produzione dell'energia elettrica verde su piccola scala, inoltre si spera in un'accelerazione degli interventi per l'aumento dell'efficienza energetica. L'intervento in tali ambiti è, per alcuni aspetti, affidato alle amministrazioni regionali; questo fattore però incide sullo sbilanciamento delle ricchezze e delle necessità tra le regioni.

Per quanto concerne la situazione regionale, il Programma Operativo FESR (fondo europeo per lo sviluppo regionale) della Campania [17] si occupa dello sfruttamento delle risorse del territorio e in particolare, per quanto riguarda l'energia, vengono stanziati finanziamenti: per favorire l'installazione di nuovi impianti che sfruttino le fonti rinnovabili per la produzione energetica, per agevolare lo sviluppo delle reti e incrementare l'efficienza energetica e per installare impianti cogenerativi con un particolare riferimento agli impianti con una taglia inferiore ai 50 MWe.

Il Programma Operativo Interregionale (POIN [17]), approvato dalla commissione europea, prevede la collaborazione delle regioni del mezzogiorno al fine di potenziare lo sfruttamento delle risorse per la produzione di energia proveniente da fonti rinnovabili.

All'interno del Piano di Sviluppo Rurale (PSR [17]) si classificano delle aree regionali analizzandone le caratteristiche in modo da definire un piano che ne sfrutti al meglio le potenzialità. In tal modo si incentiva l'installazione, dove opportuno, di piccoli impianti di produzione energetica che sfruttino fonti rinnovabili da circa 1MW e si individuano i punti di raccolta delle bioenergie.

## 16.3 Benefici ottenibili

In virtù delle considerazioni fatte in merito agli orientamenti attuali in materia di sostegno allo sviluppo di impianti cogenerativi a biomassa, è stata effettuata un'analisi parametrica dell'influenza della taglia dell'impianto sui benefici economici. In particolare, la Figura 96 mostra la variazione dell'utile annuo al variare della potenza nominale di un cogeneratore MCI alimentato con: biogas ottenuto da biomassa con filiera corta (FC), biogas da filiera lunga (FL) e gas naturale. Il confronto dei tre andamenti mostra che sia i certificati verdi (CV) che la tariffa omnicomprensiva (TO) (associati all'utilizzo di biogas) risultano convenienti rispetto ai certificati bianchi (ottenuti con il gas naturale). L'andamento dell'utile nei casi FC e FL mette inoltre in evidenza come nel caso di potenze richieste prossime ad 1 MW, soglia che delimita il passaggio da TO a CV, è opportuno preferire la TO per massimizzare la convenienza economica, come emerge d'altronde anche dall'analisi del payback (cfr. Figura 97). La Figura 97 indica altresì che investire sulla cogenerazione a biomassa consente di ridurre drasticamente i tempi di recupero dell'investimento rispetto all'utilizzo di gas naturale, soprattutto nel caso di utilizzo della filiera corta (i.e, linea arancione). Tale beneficio economico, unito alle ovvie considerazioni in merito alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> ottenibili con il biogas, dimostra la necessità di incrementare l'azione di sostegno verso la diffusione di impianti cogenerativi e/o per la sola autoproduzione di elettricità sul territorio comunale.

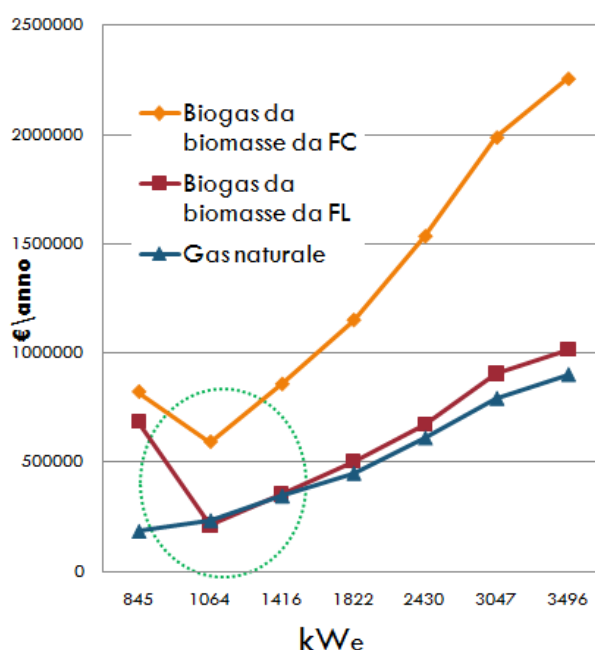


Figura 96: Variazione dell'utile annuo in funzione della potenza elettrica (kWe) - impianto cogenerativo con motore endotermico.

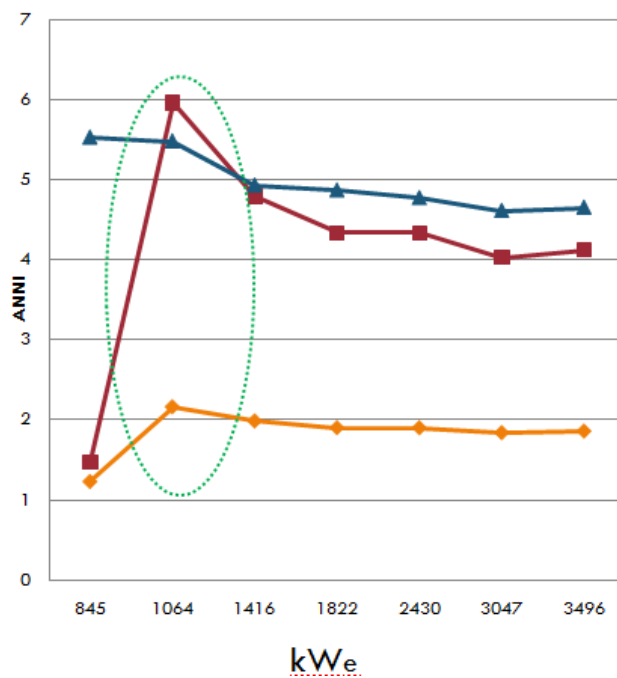


Figura 97: Confronto fra i payback dei diversi combustibili in funzione della potenza (kWe) - impianto cogenerativo con motore endotermico. Per la legenda, si rimanda a quella utilizzata in Figura 96.





## 17 Scenario di azione

---

Lo studio degli scenari tendenziali (Sezione 3.9) mostra come, pur nell'incertezza insita ad una previsione basata sulla interazione delle complesse dinamiche socio-economiche e dei processi tecnologici sottesi, non sarebbe possibile soddisfare gli obiettivi comunitari in termini di riduzione della CO<sub>2</sub> in mancanza di specifici interventi. In questo capitolo verranno analizzati possibili interventi sul fronte del **risparmio energetico** e della **produzione energetica da fonte rinnovabile**, ed il loro impatto su consumi energetici ed emissioni di CO<sub>2</sub>.

Poiché gli obiettivi di Kyoto fanno riferimento al 2012, mentre gli obiettivi comunitari sono riferiti al 2020, saranno considerati due diversi scenari, uno a **breve termine** (2012) ed uno a **medio termine** (2020). Per ognuno degli interventi di risparmio energetico e di produzione da rinnovabili, saranno pertanto ipotizzati due diversi tassi di completamento, al 2012 ed al 2020, per valutarne l'impatto su entrambi gli scenari a breve e medio termine.

L'analisi svolta, più che delineare uno scenario basato su metodologie previsionali strutturate e codificate, intende fornire un quadro indicativo dell'entità degli interventi necessari per ricondurre le emissioni di CO<sub>2</sub> agli obiettivi comunitari. L'analisi è limitata ai principali interventi ipotizzati nel corso del lavoro, in particolare allo studio del sistema di trasporto, ai consumi residenziali ed al sistema di illuminazione pubblica, ed agli altri interventi citati in Tabella 65.

E' peraltro evidente come sarebbe possibile ottenere una pari riduzione delle emissioni con un diverso mix di interventi, ognuno dei quali caratterizzato da efficacia, costi ed impatti diversi, anche in termini di incidenza sulla bilancia tecnologica e sull'impatto occupazionale. Alcune valutazioni sui costi legati alle diverse tipologie di intervento, e sulle potenziali implicazioni in termini di impatto sul sistema industriale, sono riportate in successivi paragrafi.

### 17.1.1 Interventi sul sistema di trasporti

A partire dall'analisi del sistema dei trasporti, mostrata in dettaglio nel capitolo 5, sono stati considerati diversi tipi di interventi:

- Incremento delle vetture Euro 4, con un risparmio di circa 57 TEP per ogni per cento di incremento.
- Decongestione della rete di traffico, tramite un incremento della velocità media; ne consegue un risparmio atteso di 202,2 TEP per ogni punto percentuale;
- Diversione modale del traffico (ridurre il ricorso al mezzo di trasporto individuale, a vantaggio di bus e metropolitana). Ne consegue un risparmio medio di circa 148 TEP e di emissioni di CO<sub>2</sub> evitate di circa 420 t/anno, per ogni punto di diversione dal trasporto privato a quello pubblico.

### 17.1.2 Interventi sui consumi residenziali

Le analisi svolte sui consumi residenziali (Capitolo 6) hanno permesso di stimare i risparmi di energia e la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> ottenibile con diverse tipologie di interventi di

ristrutturazione edilizia. In particolare, per quanto riguarda i consumi di energia primaria, si ottengono in media i seguenti risparmi:

- 27 % in caso di isolamento della copertura;
- 52 % in caso di isolamento della copertura e del primo calpestio;
- 68 % in caso di isolamento della copertura, del primo calpestio e potenziamento dell'impianto di riscaldamento.

Per una valutazione di massima dei benefici ottenibili, si è ipotizzato (Tabella 65) di operare un intervento di isolamento della copertura e del primo calpestio, con un risparmio del 52% su un consumo complessivo di 200 GWh/anno, pari circa all'80% dei consumi energetici di metano per uso residenziale (Tabella 12).<sup>39</sup>

### **17.1.3 Interventi sull'illuminazione**

In base agli studi svolti sul sistema di illuminazione pubblica, si è ipotizzato un intervento su 22.500 punti luce, con un risparmio energetico per punto luce stimato in 102,78 kWh/anno.

Sul fronte dei consumi privati, si è ipotizzato di operare la sostituzione delle lampade ad incandescenza (potenza media pari a 100 W) con lampade a basso consumo (potenza media pari a 20 W). Ipotizzando un uso per circa 2 ore al giorno, ne consegue un risparmio di circa 59 kWh/anno per lampada.

### **17.1.4 Produzione da fotovoltaico**

Per quanto riguarda la produzione di energia da fonte solare fotovoltaica, si è considerata una producibilità media di 1290 kWh/kW, in linea con quanto ricavabile da atlanti solari per l'area salernitana.

Sono state considerate due tipologie di impianto:

- un grande impianto della potenza di 24 MW, programmato dal Comune di Salerno su un territorio di proprietà comunale sito a Monti di Eboli;
- una serie di impianti medio-piccoli distribuiti sul territorio comunale, prevalentemente da allocare sui terrazzi di copertura delle abitazioni o su capannoni industriali o commerciali.

### **17.1.5 Produzione da mini e micro eolico**

L'analisi delle velocità medie e dei dati di producibilità disponibili dagli atlanti eolici non evidenzia per il territorio comunale siti caratterizzati da ventosità particolarmente elevata. Si possono quindi ipotizzare due tipologie di impianto:

- impianti mini eolico
- impianti micro eolico

Per una stima della energia ottenibile, si è ipotizzata una producibilità media di 1000 MWh/MW.

---

<sup>39</sup> Valutazioni basate sui risultati ottenuti tramite il software DOCET, riportati in allegato, hanno confermato un sostanziale riscontro con i consumi energetici valutati a partire dai dati di vendita dei vettori energetici.

### **17.1.6 Fonte idroelettrica e recupero energetico dagli acquedotti**

Sulla scorta degli studi presentati nei capitoli precedenti, si può ipotizzare l'installazione di una centrale ad acqua fluente sul fiume Irno, della potenza di circa 100 kW, e di impianti di recupero del surplus energetico degli acquedotti, attraverso sostituzione delle valvole di laminazione con sistemi turbina/generatore, per una potenza complessiva di circa 300 kW.

## 17.2 Scenari d'azione: quadro di sintesi

La tabella seguente riporta, in un quadro di sintesi, i principali interventi ipotizzati, che riguardano il risparmio energetico o la produzione da fonti rinnovabili. Per ogni tipo di intervento ne è indicata una entità, in relazione a diverse modalità di quantificazione, ed il relativo impatto in termini di risparmio energetico, ovvero di produzione da rinnovabili, e di CO<sub>2</sub> evitata.

Gli interventi elencati si riferiscono ad uno scenario di medio termine (2020). Per quanto attiene allo scenario di breve termine, si può ipotizzare che ciascun intervento sia attuato con una data percentuale di completamento, rispetto a quella al 2020, i cui valori sono riportati nell'ultima colonna. I valori assegnati, affetti da un inevitabile grado di arbitrarietà, variano in funzione della tipologia di intervento.

Intervento	Misura	Entità	Risp.unit. kWh/anno	Risp. Ener. kWh/anno	Risp.Ener. %	Prod.Rinn. kWh/anno	CO2 evitata t/anno	Riduz. CO2 %	% realizz. al 2012
<b>Risparmio energetico</b>									
Rinnovo parco veicolare (57 TEP per 1% incremento)	%	20	662796	13.255.920	6,60		5.409	6,20	30
Decongestione rete traffico (incremento v.media) (202,2 TEP per 1%)	%	15	2351181,6	35.267.724	17,55		9.051	10,37	30
Diversione modale traffico (bus e metropolitana)	%	25	1725595	43.139.875	21,47		10493	12,02	50
Interventi su Illuminazione pubblica	punti luce	22.500	102,78	2.312.647	1,15		1.013	1,16	100
Lampade a basso consumo (100W > 20 W, 2 ore al giorno)	lampade	50.000	59	2.950.000	1,47		1.292	1,48	100
Isolamento edifici - riduzione IPE (su una base di 200 GWh/anno)	%	52	2.000.000	104.000.000	51,76		20.800	23,84	30
<b>Produzione da fonti rinnovabili</b>									
Impianto FV Eboli (Prod.1290 kWh/kW)	kW	24.000	1290			30.960.000	13.560	15,54	100
Impianti FV Salerno (Prod.1290 kWh/kW)	kW	30.000	1290			38.700.000	16.951	19,43	30
Impianti solari termici (prod.800 kWh/m2/anno)	m2	20.000	800			16.000.000	2.955	3,39	30
Eolico/mini eolico (1000 MWh/MW)	kW	10.000	1000			10.000.000	4.380	5,02	30
Recupero energetico da acquedotto						2.211.715	969	1,11	100
Impianto ad acqua fluente su Irno	kW	100	8760			876.000	384	0,44	100
<b>Totali</b>				<b>200.926.166</b>	<b>100,00</b>	<b>98.747.715</b>	<b>87.257</b>	<b>100,00</b>	

Tabella 65 – Ipotesi di interventi di risparmio energetico e di produzione di rinnovabili

Nell'ambito degli interventi analizzati, i maggiori benefici in termini di risparmio energetico potrebbero ottenersi con interventi sugli edifici (circa 50%) e sul traffico (diversione modale e decongestione), mentre in termini di riduzione della CO<sub>2</sub>, oltre agli interventi citati, offrono dei

contributi di rilievo anche le installazioni di impianti fotovoltaici, in particolare quello previsto dal Comune di Salerno sul territorio del Comune di Eboli, che ridurrebbe le emissioni complessive circa del 20%.

Va peraltro detto che gli interventi ipotizzati non costituiscono certamente un quadro esaustivo delle possibili azioni di risparmio energetico<sup>40</sup> e di ricorso alle fonti rinnovabili. Inoltre, l'entità dei singoli interventi, sia a breve che a medio termine, è certamente una grandezza difficile da stimare. Ciononostante, l'analisi effettuata ha il pregio di mettere direttamente a confronto in un quadro organico molte delle principali azioni di intervento, e di stimarne l'efficacia relativa.

Ulteriori analisi di dettaglio dovranno essere svolte anche per tener conto della prossima o eventuale attivazione sul territorio comunale di grandi impianti di produzione e conversione energetica. In particolare:

- Termovalorizzatore. E' allo studio la realizzazione di un termovalorizzatore da costruire sul territorio comunale, con una potenza di circa 70 MW elettrici. In caso di utilizzo cogenerativo, l'impianto potrebbe erogare a regime circa 100 MW termici, per alimentare utenze quali serre o un impianto di teleriscaldamento a servizio del territorio limitrofo.
- Centrale termoelettrica. Tra gli interventi ipotizzati o in programma per il territorio comunale, assume particolare rilevanza la costruzione di una centrale termoelettrica della potenza di circa 780 MW, alimentata a metano.
- Impianto di compostaggio. E' in fase di costruzione nella zona industriale di Salerno un impianto per lo smaltimento della frazione organica dei rifiuti, con un processo di produzione di biogas da digestione anaerobica, e di energia elettrica, con una capacità di progetto di 30.000 tonnellate annue.

### 17.2.1 Impatto sui vincoli di emissione di CO<sub>2</sub>

E' utile, infine, analizzare l'impatto degli interventi ipotizzati sulle emissioni di CO<sub>2</sub> agli anni 2012 e 2020, per verificare la possibilità di rispettare, almeno a livello locale, i vincoli posti dal protocollo di Kyoto e dalle norme comunitarie. I valori delle emissioni di CO<sub>2</sub>, desunti dai calcoli precedenti (Tabella 65, Tabella 26, Tabella 27), sono stati quindi sintetizzati nella Tabella 66, per gli anni 1990, 2005, 2012 e 2020.

Si può notare come per lo scenario a medio-lungo termine (2020) sia possibile ottenere una riduzione di emissioni rispetto all'anno di riferimento (2005) anche superiore al 13% richiesto dalle norme comunitarie, sia per lo scenario a bassa crescita che per quello ad alta crescita. Invece, per il 2012 si prevedono livelli di emissioni di poco ridotti rispetto al 1990, mentre secondo le prescrizioni del protocollo di Kyoto si sarebbe dovuta ottenere una riduzione del 6,5%. E' anche evidente come l'affidabilità della stima del valore di riferimento per le emissioni sia minore per il 1990 rispetto al 2005, a causa delle necessarie estrapolazioni effettuate (Paragrafo 3.6.1).

---

<sup>40</sup> Non si è tenuto conto, per esempio, dei risparmi conseguibili con la sostituzione degli elettrodomestici attuali con quelli di classe energetica più elevata..

	Bassa crescita	Alta crescita
2012	502.778	513.743
1990	515.073	515.073
Riduzione %	2,39	0,26
Target Kyoto	6,50	6,50
2020	457.435	479.387
2005	563.920	563.920
Riduzione %	18,88	14,99
Target CE	13,00	13,00

Tabella 66 – Impatto degli interventi sui vincoli di emissioni di CO<sub>2</sub>

## 17.3 Stima dei costi

Al fine di stimare la praticabilità e la fattibilità concreta di politiche di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, è necessario valutare, almeno in via approssimativa, i relativi costi. Si tratta di una valutazione complessa, perché riguarda in molti casi tecnologie in evoluzione, in uno scenario tecnologico, economico e legislativo caratterizzato da rapida variabilità e da notevole incertezza. Uno degli studi più attendibili è stato recentemente svolto dall'ufficio studi di ENEA, e riportato nel "Rapporto Energia e Ambiente 2008" [131]. Le stime sono state ottenute mediante analisi di scenario basate su modelli appartenenti alla "famiglia MARKAL", contraddistinti da una rappresentazione molto dettagliata delle tecnologie che caratterizzano il sistema energetico<sup>41</sup>.

Lo studio dell'ENEA riporta diverse valutazioni e stime sulle opzioni per la riduzione delle emissioni, con una stima dei relativi costi. È interessante esaminare le diverse opzioni considerate all'orizzonte 2020 nell'ambito dello scenario ENEA di Accelerazione Tecnologica ACT+.

Le curve di costo marginale di abbattimento elaborate dall'ENEA mostrano costi e benefici per il sistema energetico italiano delle principali opzioni disponibili in Italia per il contenimento delle emissioni di gas-serra, quantificandone sia il peso relativo sia il costo addizionale.

Per ogni insieme di tecnologie, la Figura 98 e la Tabella 67 mostrano l'impatto in termini di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> (stimato in circa 114 Mt di CO<sub>2</sub>, al 2020, rispetto allo scenario di riferimento), con la stima del relativo costo di abbattimento per tonnellata di CO<sub>2</sub>. Il costo di abbattimento è calcolato sommando i costi di investimento e operativi di ogni tecnologia, ed includendo i potenziali risparmi che essa è in grado di determinare, ad esempio per i minori consumi energetici, e dividendo per la quantità di emissioni che la potenziale penetrazione della tecnologia può determinare. Si spiega perciò la presenza di interventi con **costi negativi**, nel caso in cui i risparmi siano rilevanti rispetto all'alternativa sostituita.

Rispetto alle opzioni considerate per il territorio salernitano, si può notare come l'intervento accreditato con il migliore rapporto costi/benefici sia costituito dalla **diversione modale dei trasporti**, che rappresenta un'opzione su cui il comune di Salerno ha effettuato cospicui investimenti (metropolitana). Ovviamente, l'efficacia di tali interventi dipende anche da fattori quali le preferenze dei consumatori e la presenza di politiche efficaci. Più in generale, emerge la convenienza ad **investire sulle strategie e sulle tecnologie per il risparmio energetico**.

In ordine di convenienza, seguono gli interventi di efficientamento nei settori dell'industria, del terziario, dei trasporti e del residenziale. Seguono, con costi di abbattimento crescenti, la produzione di calore da fonte rinnovabile (biomasse), la produzione di elettricità da rinnovabile escluso il solare (essenzialmente, idroelettrico ed eolico), il solare termico, i biocombustibili (si è ipotizzata una loro prevalente importazione). Il fotovoltaico, il solare a concentrazione (termodinamico) e l'idrogeno sarebbero caratterizzati da costi maggiori. Si può anche notare come, nello scenario a lungo termine (2040) elaborato con la stessa metodologia, il costo del fotovoltaico e del solare termodinamico sarebbero più che dimezzati, mentre il costo dell'idrogeno si manterrebbe ancora molto elevato (Figura 99).

---

<sup>41</sup> La modellistica Markal è stata sviluppata nei primi anni ottanta nell'ambito del progetto Energy Technology Systems Analysis Project dell'International Energy Agency (IEA) ed è ormai utilizzata per la valutazione delle politiche energetiche e ambientali in più di 100 istituti di circa 60 Paesi diversi [131].



Dall'analisi presentata emerge con chiarezza la convenienza ad investire prioritariamente su interventi di risparmio energetico. Va peraltro osservato come la valutazione della convenienza e della opportunità di interventi dipenda in modo marcato dalla presenza di incentivi, quali il Conto Energia ed i Certificati verdi.

Va infine considerato come l'analisi dell'ENEA, per quanto basata su metodologie avanzate, debba ritenersi soltanto indicativa, in quanto valuta costi mediati sul territorio nazionale, non tenendo conto di fattori geografici, climatici e territoriali locali, che possono consigliare di privilegiare alcune soluzioni rispetto ad altre. Per esempio, è evidente come il Comune di Salerno possa beneficiare di una producibilità per il solare termico e fotovoltaico maggiore rispetto alla media nazionale, come pure che vada incontro a consumi energetici per il riscaldamento domestico e per la climatizzazione estiva rispettivamente inferiori e superiori rispetto alla media nazionale.

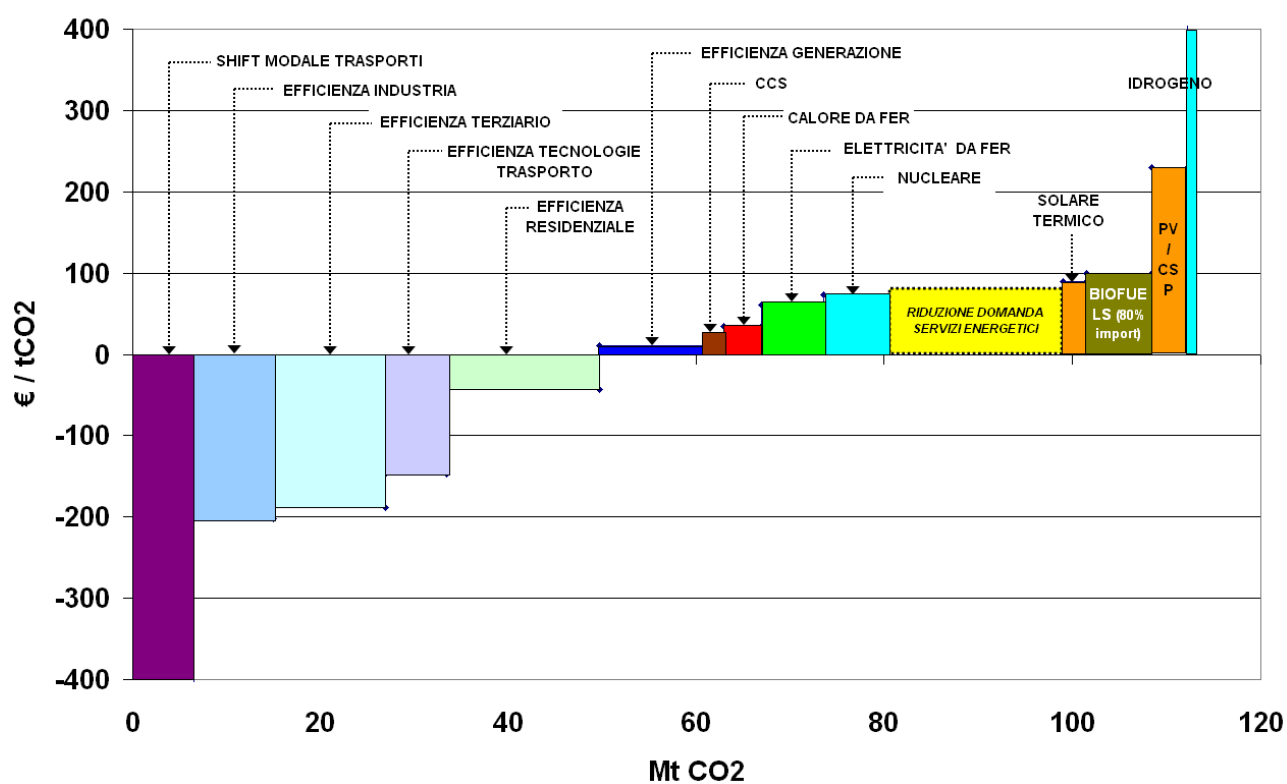


Figura 98 - Potenziale economico di mitigazione settoriale in Italia secondo lo scenario ENEA – ACT+ (anno 2020) [131]

Intervento	€/t CO <sub>2</sub>	Mt CO <sub>2</sub>
Shift modale trasporti	-395,74	6,32
Efficienza industria	-203,55	8,82
Efficienza terziario	-186,28	11,84
Efficienza tecnologie trasporto	-149,25	6,91
Efficienza residenziale	-38,06	16,09
Efficienza generazione	12,01	10,76
Carbon Capture and Storage	27,27	2,41
Calore da rinnovabili	35,94	3,84
Elettricità da rinnovabili	64,23	7,06
Nucleare	75,04	6,56
Riduzione domanda servizi energetici	81,26	18,54
Solare termico	85,59	2,08
Biofuels	96,39	7,36
Fotovoltaico/solare a concentrazione	229,65	4,13
Idrogeno	397,93	0,97

Tabella 67 - Potenziale economico di mitigazione settoriale in Italia secondo lo scenario ENEA – ACT+ (anno 2020) [131]

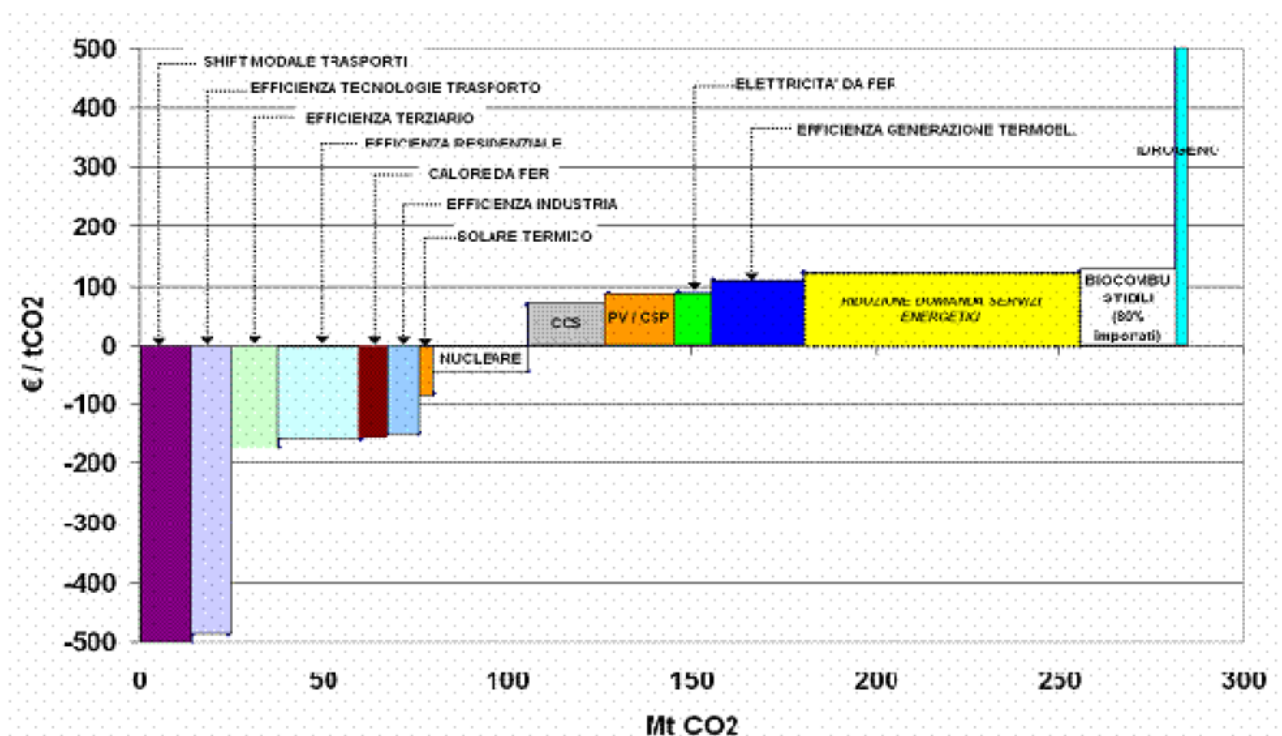


Figura 99 - Potenziale economico di mitigazione settoriale in Italia secondo lo scenario ENEA – ACT+ (anno 2040) [131]

### 17.3.1 Presenza industriale e necessità di innovazione

Uno studio sulle tipologie di intervento non può prescindere, oltre che da una stima dei costi, anche da un'analisi di massima degli impatti potenziali che interventi di razionalizzazione energetica e di produzione da fonte rinnovabile potrebbero avere sulla bilancia tecnologica e sull'ambito industriale ed occupazionale. Benché il contesto di tali studi travalichi l'ambito

comunale, si ritiene utile riportare i risultati di recenti studi condotti nell'ambito del programma Industria 2015 [120], e finalizzati ad analizzare la posizione italiana e quella mondiale in termini di presenza industriale e di potenzialità di ricerca per varie opzioni di intervento energetico/ambientale.

Dall'analisi comparata della situazione italiana (Figura 100) e di quella mondiale (Figura 101) emerge per l'Italia un significativo deficit in termini di presenza industriale soprattutto in settori chiave quali il fotovoltaico (sia con silicio cristallino che a film sottile) e l'eolico. Un deficit significativo è presente, pur se in misura inferiore, anche nel settore del solare termico a bassa e media temperatura, mentre c'è un buon posizionamento nel settore dei biocarburanti di prima generazione e del geo-termoelettrico.

Le ragioni di tali ritardi rimandano ad analisi complesse delle dinamiche di innovazione nel sistema industriale e della ricerca, così come complesse ed articolate dovranno essere le risposte a tali problemi. Anche in un ambito comunale, però, è possibile attivare meccanismi virtuosi di coinvolgimento del mondo professionale, dell'università, della ricerca e dell'industria sui problemi energetici ed ambientali, perché si possano innescare processi di crescita socio-economica, di sviluppo territoriale e di valorizzazione delle risorse umane. In questo senso, l'esperienza condotta nell'ambito del gruppo di lavoro del PEC, cui hanno contribuito con impegno ed entusiasmo molti giovani tesisti, dottorandi e ricercatori, può intendersi come molto positiva, anche per contrastare il preoccupante fenomeno di "fuga dei cervelli", con il conseguente depauperamento di una risorsa di primaria importanza per il nostro territorio.

### POSIZIONE ITALIANA

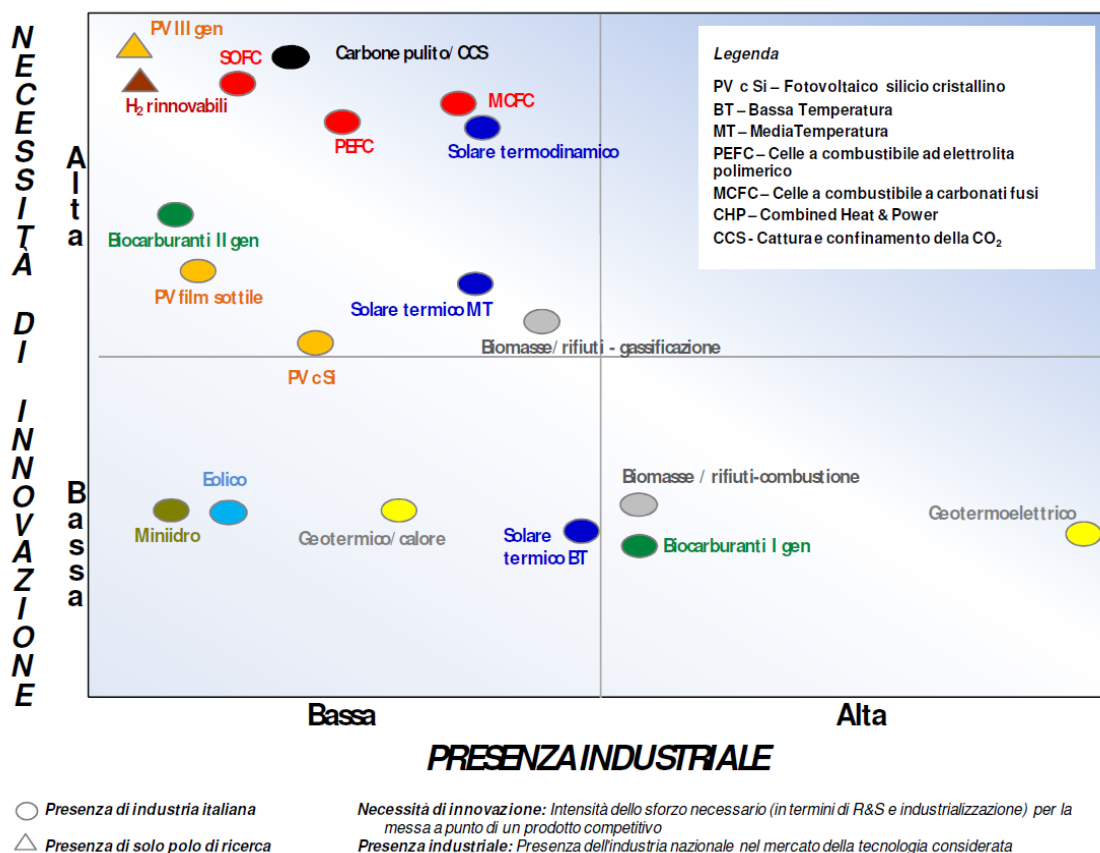


Figura 100 - Situazione italiana in relazione alle tecnologie per la generazione di energia ed efficienza energetica

## POSIZIONE MONDIALE

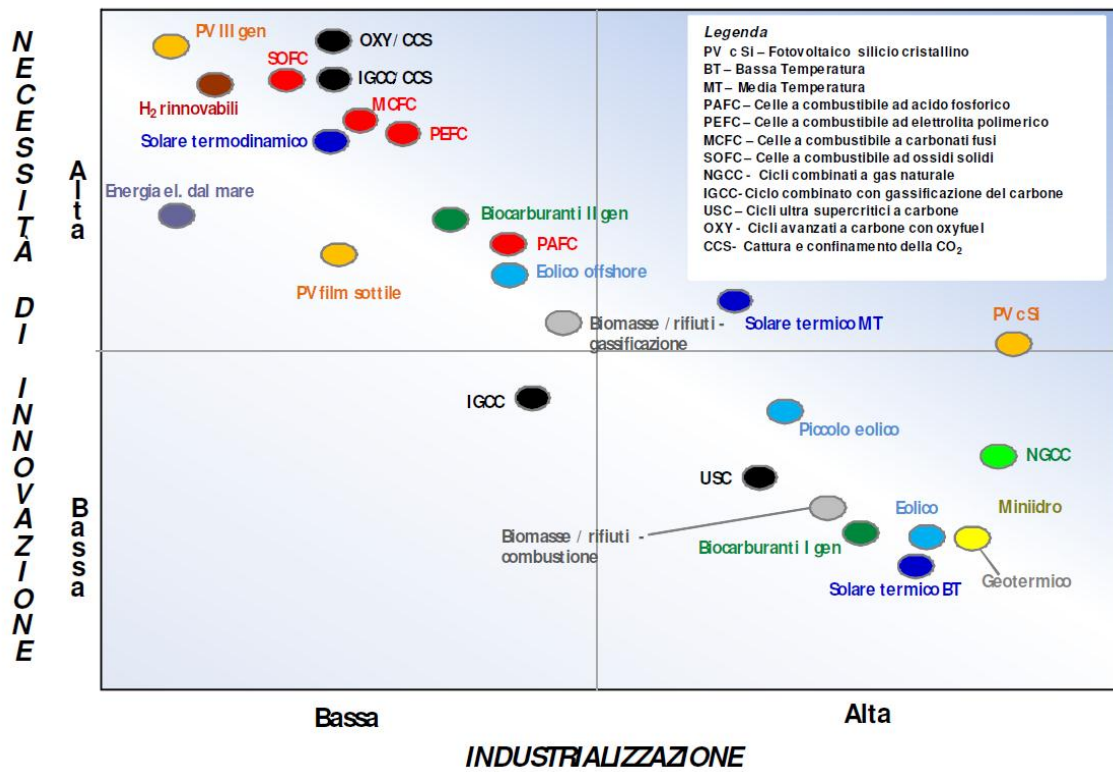


Figura 101 - Situazione mondiale in relazione alle tecnologie per la generazione di energia ed efficienza energetica

## 18 Bibliografia

- [1] Legge 9 gennaio 1991, n.10, [http://www.dimec.unisa.it/PEC\\_Salerno/Documenti/Legge10\\_91agg02.pdf](http://www.dimec.unisa.it/PEC_Salerno/Documenti/Legge10_91agg02.pdf)
- [2] Brundtland G.H. et al., *Il futuro di noi tutti. Rapporto della commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo*, 1988, Milano, Bompiani
- [3] D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W.W. Behrens III, *The Limits to Growth*, Universe Books, 1972, ISBN 0-87663-165-0
- [4] Relazione annuale sullo stato dei servizi dell'AEEG, Marzo 2009  
[http://www.autorita.energia.it/relaz\\_ann/relaz\\_annuale.htm](http://www.autorita.energia.it/relaz_ann/relaz_annuale.htm)
- [5] "Kyoto Protocol: Status of Ratification" (PDF). United Nations Framework Convention on Climate Change (2008-10-16),  
[http://unfccc.int/files/kyoto\\_protocol/status\\_of\\_ratification/application/pdf/kp\\_ratification.pdf](http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/status_of_ratification/application/pdf/kp_ratification.pdf)
- [6] "The Italian Photovoltaic Market 2008", pubblicato da EuPD Research e Assosolare,  
[http://www.caspi.it/documenti\\_vari/EuPD\\_Research\\_Saienergia\\_ott08.pdf](http://www.caspi.it/documenti_vari/EuPD_Research_Saienergia_ott08.pdf)
- [7] [http://www.legambiente.campania.it/index.php?option=com\\_content&task=view&id=302&Itemid=224](http://www.legambiente.campania.it/index.php?option=com_content&task=view&id=302&Itemid=224)
- [8] [http://it.wikipedia.org/wiki/Conto\\_energia](http://it.wikipedia.org/wiki/Conto_energia)
- [9] Studi preliminari per l'elaborazione del Piano Energetico Regionale (P.E.R.) della Campania,  
[http://www.sito.regione.campania.it/energia/energia\\_studi/index\\_studi\\_poreliminari.asp](http://www.sito.regione.campania.it/energia/energia_studi/index_studi_poreliminari.asp)
- [10] Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR) – Regione Campania – Proposta di Piano,  
[http://www.dimec.unisa.it/PEC\\_Salerno/Documenti/PEAR\\_Campania\\_0309.pdf](http://www.dimec.unisa.it/PEC_Salerno/Documenti/PEAR_Campania_0309.pdf)
- [11] D. Gaudio, R. Pignatelli, La pianificazione energetico-ambientale a livello locale nelle principali città italiane, APAT, <http://www.areeurbane.apat.it/site/files/rapporto/cap/pianificazione.pdf>
- [12] ACEA, CISPEL, "Il Piano Energetico Ambientale Comunale. Linee metodologiche in applicazione della legge 10/91 art. 5 comma 5", a cura dell'Istituto di Ricerche Ambiente Italia. Edizioni Ambiente srl, Milano, 1997
- [13] V.Galibardi, Analisi comparata dei Piani Energetici Comunali, Tesi di laurea specialistica in Ingegneria Meccanica, Università di Salerno, Novembre 2009.
- [14] <http://demo.istat.it>
- [15] <http://www.statistica.regione.campania.it/tematiche/17censimenti/ann02cap17.pdf>
- [16] [http://www.statistica.regione.campania.it/tematiche/02popolazione/inf04\\_03demografia.pdf](http://www.statistica.regione.campania.it/tematiche/02popolazione/inf04_03demografia.pdf)
- [17] Mario Palazzetti e Maurizio Pallante, *L'uso razionale dell'energia*, Bollati Boringhieri, Torino, 1997.
- [18] Silvana Kuhtz, *Energia: Management e Modelli*, Aracne, 2005.
- [19] Silvana Kuhtz, *Energia e sviluppo sostenibile: politiche e tecnologie*, Rubettino, 2005.
- [20] Jeremy Rifkin, *Entropia*, New Age, 1992.
- [21] Donella e Dennis Meadows, Jorgen Randers, *I nuovi limiti dello sviluppo*, Oscar Saggi Mondadori, 2006.
- [22] M.Dentice d'Accadia, M.Sasso, S.Sibilio, R.Vanoli, *Applicazioni di energetica*, Liguori, 1999.
- [23] W.J.Palm III, *Matlab 6 per l'ingegneria e le scienze*, McGraw-Hill, 2001
- [24] A.B.Lovins, *Energia dolce*, Bompiani, 1979
- [25] U.Colombo, *Energia - Storia e scenari*, Donzelli, 1996
- [26] R.Renzetti, *L'energia*, Savelli, 1979
- [27] R.Brown, C.Flavin, H.French, *State of the World 98*, Stato del pianeta e sostenibilità. Rapporto annuale, Edizioni Ambiente, 1998
- [28] L.Maugeri, *L'era del petrolio*, Feltrinelli, 2006
- [29] J.Rifkin, *The Hydrogen Economy*, Tarcher-Putnam Ed., 2002
- [30] G.Zoppis, C'è una foresta di betulle all'80° piano, *la Repubblica* – CASA, 13 settembre 2008,  
[http://www.dimec.unisa.it/PEC\\_Salerno/Giardini\\_Pensili.pdf](http://www.dimec.unisa.it/PEC_Salerno/Giardini_Pensili.pdf)
- [31] McAlinney, Mike (ed.) *Arguments for Land Conservation: Documentation and Information Sources for Land Resources Protection*, Trust for Public Land, Sacramento, California, December 1993,  
<http://www.westgov.org/wga/initiatives/tpl/sec17.htm>
- [32] David J. Nowak and E. Gregory McPherson, *United States Forests Service Northeastern Forest Experiment Station*, 1993
- [33] D. Gaudio, R. Pignatelli, La pianificazione energetico-ambientale a livello locale nelle principali città italiane, APAT, <http://www.areeurbane.apat.it/site/files/rapporto/cap/pianificazione.pdf>

- [34] Legambiente, PM10 – Istruzioni per l'uso, 2006,  
[http://www.legambiente.eu/documenti/2006/1024\\_Malaria2006/pm10\\_istruzioni\\_per\\_luso.pdf](http://www.legambiente.eu/documenti/2006/1024_Malaria2006/pm10_istruzioni_per_luso.pdf)
- [35] Legambiente, Mal'aria di città, 2007,  
[http://www.legambiente.eu/documenti/2006/1024\\_Malaria2006/DossierMal\\_aria2007.pdf](http://www.legambiente.eu/documenti/2006/1024_Malaria2006/DossierMal_aria2007.pdf)
- [36] F. Asdrubali, Certificazione energetica e regolamenti edilizi comunali,  
[http://www.programmavision.it/gallery/CERTIFICAZIONE\\_ENERGETICA\\_REGOLAMENTI\\_EDILIZI\\_COMUNALI.pdf](http://www.programmavision.it/gallery/CERTIFICAZIONE_ENERGETICA_REGOLAMENTI_EDILIZI_COMUNALI.pdf)
- [37] Andrew M. Cornett, A GLOBAL WAVE ENERGY RESOURCE ASSESSMENT, Proceedings of the Eighteenth (2008) International Offshore and Polar Engineering Conference, Vancouver, BC, Canada, July 6-11, 2008.
- [38] ASM SpA Brescia, Bilancio energetico della città di Brescia, 2002, [http://www.energie-rinnovabili.net/comune\\_di\\_brescia\\_piano\\_energetico\\_comunale](http://www.energie-rinnovabili.net/comune_di_brescia_piano_energetico_comunale)
- [39] Piano Energetico Comunale, Comune di Modena, Marzo 2007,  
[http://www.comune.modena.it/documenti/piano\\_energetico\\_completo.pdf](http://www.comune.modena.it/documenti/piano_energetico_completo.pdf)
- [40] Piano Energetico Comunale, Udine, Febbraio 2002,  
<http://www.comune.udine.it/opencms/opencms/release/ComuneUdine/cittavicina/territorio/pianoenergetico/pdf/PECschede.pdf>
- [41] Programma Energetico Comunale, Bologna, Febbraio 2007,  
<http://www.comune.bologna.it/bologna/ambiente/QualitaAmbientale/Energia/PEC/Programma.php>
- [42] Programma Energetico Comunale, Bologna, Febbraio 2007, Sintesi e Sintesi Tecnica,  
[http://www.comune.bologna.it/bologna/ambiente/QualitaAmbientale/Energia/Download/PEC/SintesiPEC\\_07.zip](http://www.comune.bologna.it/bologna/ambiente/QualitaAmbientale/Energia/Download/PEC/SintesiPEC_07.zip)
- [43] Programma Energetico Comunale, Bologna, Febbraio 2007, Volume I,  
[http://www.comune.bologna.it/bologna/ambiente/QualitaAmbientale/Energia/Download/PEC/Volume\\_I\\_07.zip](http://www.comune.bologna.it/bologna/ambiente/QualitaAmbientale/Energia/Download/PEC/Volume_I_07.zip)
- [44] Programma Energetico Comunale, Bologna, Febbraio 2007, Volume II,  
[http://www.comune.bologna.it/bologna/ambiente/QualitaAmbientale/Energia/Download/PEC/Volume\\_II\\_07.zip](http://www.comune.bologna.it/bologna/ambiente/QualitaAmbientale/Energia/Download/PEC/Volume_II_07.zip)
- [45] Programma Energetico Comunale, Bologna, Febbraio 2007, Linee Guida,  
[http://www.comune.bologna.it/ambiente/QualitaAmbientale/Energia/Download/PEC/LineeGuida\\_07.zip](http://www.comune.bologna.it/ambiente/QualitaAmbientale/Energia/Download/PEC/LineeGuida_07.zip)
- [46] Piano Energetico Comunale, Comune di Foggia,  
[http://www.dimec.unisa.it/PEC\\_Salerno/Documenti/Foggia\\_PEC\\_Scenari\\_e\\_Piano\\_v3.pdf](http://www.dimec.unisa.it/PEC_Salerno/Documenti/Foggia_PEC_Scenari_e_Piano_v3.pdf)
- [47] Piano Energetico Comunale, Comune di Foggia,  
[http://www.dimec.unisa.it/PEC\\_Salerno/Documenti/Foggia\\_PEC\\_bilancio.pdf](http://www.dimec.unisa.it/PEC_Salerno/Documenti/Foggia_PEC_bilancio.pdf)
- [48] Piano Energetico Ambientale Comunale, Comune di Perugia, Documento di sintesi,  
[http://www.comune.perugia.it/resources/Docs/Ambiente/Per%20sito%20internet%20A%2021/PUBBLICATI/PEAC/Peac\\_relazione\\_sintesi\[1\].pdf](http://www.comune.perugia.it/resources/Docs/Ambiente/Per%20sito%20internet%20A%2021/PUBBLICATI/PEAC/Peac_relazione_sintesi[1].pdf)
- [49] Piano Energetico Ambientale di Ancona,  
[http://www.comune.ancona.it/ankonline/inc/risorse/contesti/Calendario/ambiti/ottobre\\_08/PEAC.pdf](http://www.comune.ancona.it/ankonline/inc/risorse/contesti/Calendario/ambiti/ottobre_08/PEAC.pdf)
- [50] Piano Energetico Comunale di Forlì,  
<http://www.comune.forli.fc.it/servizi/gestionedocumentale/visualizzadocumento.aspx?ID=799>
- [51] Piano Energetico Comunale di Piacenza,  
[http://www.comune.piacenza.it/natura/ambiente/energia/pdf/Pec\\_Piacenza.pdf](http://www.comune.piacenza.it/natura/ambiente/energia/pdf/Pec_Piacenza.pdf)
- [52] Piano Energetico Comunale di Udine,  
<http://www.comune.udine.it/opencms/opencms/release/ComuneUdine/cittavicina/territorio/Urbanistica/pianoenergetico/pdf/PECschede.pdf>
- [53] Piano Energetico Comunale di Venezia: [http://www.ambiente.veneziamestre.it/nuovo/pagina.asp?id\\_pagina=64](http://www.ambiente.veneziamestre.it/nuovo/pagina.asp?id_pagina=64)
- [54] RUEC – Regolamento Urbanistico Edilizio Comunale – Comune di Salerno, 2006,  
[http://www.dimec.unisa.it/PEC\\_Salerno/Documenti/RUEC\\_Salerno.pdf](http://www.dimec.unisa.it/PEC_Salerno/Documenti/RUEC_Salerno.pdf)
- [55] PIANO D'AZIONE PER LO SVILUPPO ECONOMICO REGIONALE (PASER), Regione Campania, Maggio 2008,  
[http://www.dimec.unisa.it/PEC\\_Salerno/PASER\\_Campania.pdf](http://www.dimec.unisa.it/PEC_Salerno/PASER_Campania.pdf)
- [56] [http://www.energymanager.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=261&Itemid=171](http://www.energymanager.net/index.php?option=com_content&task=view&id=261&Itemid=171)
- [57] Studi preliminari per l'elaborazione del Piano Energetico Regionale (P.E.R.) della Campania,  
[http://www.sito.regione.campania.it/energia/energia\\_studi/index\\_studi\\_preliminari.asp](http://www.sito.regione.campania.it/energia/energia_studi/index_studi_preliminari.asp),  
[http://www.dimec.unisa.it/PEC\\_Salerno/Documenti/PER\\_Regione\\_Campania\\_Studi\\_Preliminari.pdf](http://www.dimec.unisa.it/PEC_Salerno/Documenti/PER_Regione_Campania_Studi_Preliminari.pdf)
- [58] ISTAT, INDICI NAZIONALI DEI PREZZI AL CONSUMO,  
<http://www.istat.it/prezzi/precon/rivalutazioni/variaz34.html>

- [59] Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2007, ISPRA,  
[http://www.apat.gov.it/site/contentfiles/00155800/155881\\_NIR09\\_ITALY\\_stampa.pdf](http://www.apat.gov.it/site/contentfiles/00155800/155881_NIR09_ITALY_stampa.pdf)
- [60] Gruppi di acquisto per pannelli solari, <http://www.jacopofo.com/?q=node/2662>
- [61] The MathWorks, <http://www.mathworks.com/>
- [62] <http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/ref/polyfit.html>
- [63] <http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/ref/polyval.html>
- [64] SolarPark, [http://www.siemens.nl/sunit\\_en/default.asp?p=31](http://www.siemens.nl/sunit_en/default.asp?p=31)
- [65] Solar Parking Lots: Charge While You Park!, <http://www.ecogeek.org/content/view/2147/1/>
- [66] Gli alberi: nostri alleati nel combattere le polveri sottili,  
<http://verdeblog.go.ilcannocchiale.it/post/528758.html>
- [67] Piantare alberi non basta, <http://jekyll.sissa.it/index.php?document=116>
- [68] <http://it.wikipedia.org/wiki/Salerno>
- [69] CMS (Centro Europeo Ambiente e Salute di Roma), Programma "Trasporto, Ambiente e Salute", Relazioni presentate alla VI riunione dell'Expert Panel, [http://nfp-it.eionet.eu.int:8980/Public/irc/circa-it/expert\\_panel/library?!=/ept6/enea\\_mopeds\\_whoppt/EN\\_1.0\\_&a=d](http://nfp-it.eionet.eu.int:8980/Public/irc/circa-it/expert_panel/library?!=/ept6/enea_mopeds_whoppt/EN_1.0_&a=d)
- [70] "Kyoto Protocol: Status of Ratification" (PDF). United Nations Framework Convention on Climate Change (2008-10-16),  
[http://unfccc.int/files/kyoto\\_protocol/status\\_of\\_ratification/application/pdf/kp\\_ratification.pdf](http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/status_of_ratification/application/pdf/kp_ratification.pdf)
- [71] Il Protocollo di Kyoto della Convenzione sui cambiamenti climatici, 1998,  
[http://www2.minambiente.it/sito/settori\\_azione/pia/docs/protocollo\\_kyoto\\_it.PDF](http://www2.minambiente.it/sito/settori_azione/pia/docs/protocollo_kyoto_it.PDF)
- [72] Incendi boschivi, [http://www.cfa-monferrato.it/approfondimenti\\_dettaglio.php?ID=70](http://www.cfa-monferrato.it/approfondimenti_dettaglio.php?ID=70)
- [73] Lotta agli incendi boschivi, <http://www.smailia.it/news.php-newsid=122&PHPSESSID=32f271b106b5403ccde654d0b56efb93.htm>
- [74] Kyoto Club, LA MOBILITA' SOSTENIBILE IN ITALIA, Indagine sulle principali 50 città,  
[http://www.kyotoclub.org/docs/indagine50citta\\_euromobility.pdf](http://www.kyotoclub.org/docs/indagine50citta_euromobility.pdf)
- [75] Phyto green – Roof gardens - <http://www.fytogreen.com.au/products/rooftogarden/index.html>
- [76] M.Köhler, Long-Term Vegetation Research on Two Extensive Green Roofs in Berlin, URBAN HABITATS, VOLUME 4, NUMBER 1, ISSN 1541-7115, [http://www.urbanhabitats.org/v04n01/berlin\\_pdf.pdf](http://www.urbanhabitats.org/v04n01/berlin_pdf.pdf)
- [77] M.Köhler, M.Schmidt, M.Laar, U.Wachsmann, S.Krauter, Photovoltaic-Panels on Greened Roofs - Positive Interaction Between Two Elements of Sustainable Architecture,  
[http://commons.bcit.ca/greenroof/publications/photovoltaic\\_kohler.pdf](http://commons.bcit.ca/greenroof/publications/photovoltaic_kohler.pdf)
- [78] [http://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_cell#Cell\\_temperature](http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_cell#Cell_temperature)
- [79] ANCITEL, Dossier Ambiente, <http://portale.ancitel.it/file/DOSSIER%20%20AMBIENTE.pdf>
- [80] Sportello Energia, Comune di Pesaro, <http://www.partecipapesaro.it/edemps/forum-energia/area-forum-energia/sportello-energia>
- [81] [http://www.ecoparma.it/ambiente\\_34.htm](http://www.ecoparma.it/ambiente_34.htm)
- [82] <http://www.ombrello.org/article/archive/24/>
- [83] [http://it.wikipedia.org/wiki/Coefficiente\\_di\\_variazione](http://it.wikipedia.org/wiki/Coefficiente_di_variazione)
- [84] ISTAT, 14° Censimento generale, <http://dawinci.istat.it/daWinci/jsp/MD/index.html>
- [85] [http://it.wikipedia.org/wiki/Auto\\_di\\_gruppo](http://it.wikipedia.org/wiki/Auto_di_gruppo)
- [86] Car Pooling, Bergamo, <http://www.carpoolingbg.it/index.html>
- [87] Car Pooling, Consorzio dei Comuni della Provincia di Bolzano,  
<http://www.gvcc.net/system/web/mitfahrboerse.aspx?menuonr=218265100&sprache=3>
- [88] Car Pooling, Progetto Mercurio, <http://www.progetto-mercurio.it>
- [89] Progetto Europeo VOLTIMUM, <http://www.voltimum.it>
- [90] [http://www.legambiente.campania.it/index.php?option=com\\_content&task=view&id=302&Itemid=224](http://www.legambiente.campania.it/index.php?option=com_content&task=view&id=302&Itemid=224)
- [91] <http://www.window.state.tx.us/specialrpt/energy/renewable/ocean.php>
- [92] [http://www.otecnews.org/articles/vega/10\\_potential\\_locations.html](http://www.otecnews.org/articles/vega/10_potential_locations.html)
- [93] [http://en.wikipedia.org/wiki/Ocean\\_current](http://en.wikipedia.org/wiki/Ocean_current)
- [94] <http://www.certificativerdi.it/>
- [95] [http://it.wikipedia.org/wiki/Certificato\\_verde](http://it.wikipedia.org/wiki/Certificato_verde)
- [96] [http://it.wikipedia.org/wiki/Certificato\\_bianco](http://it.wikipedia.org/wiki/Certificato_bianco)
- [97] [http://it.wikipedia.org/wiki/Certificato\\_nero](http://it.wikipedia.org/wiki/Certificato_nero)
- [98] <http://www.mercatoelettrico.org>
- [99] [http://it.wikipedia.org/wiki/Conto\\_energia](http://it.wikipedia.org/wiki/Conto_energia)
- [100] Il nuovo Studio "The Italian Photovoltaic Market 2008" pubblicato da EuPD Research e Assosolare,  
[http://www.caspi.it/documenti\\_vari/EuPD\\_Research\\_Saienergia\\_ott08.pdf](http://www.caspi.it/documenti_vari/EuPD_Research_Saienergia_ott08.pdf)

- [101] "Codice Concordato di raccomandazioni per la qualità energetico-ambientale di edifici e spazi aperti",  
[http://www.iris.ba.cnr.it/sustain\\_it/sbr\\_pdf/Codice%20Concordato.PDF](http://www.iris.ba.cnr.it/sustain_it/sbr_pdf/Codice%20Concordato.PDF)
- [102] Carta di Aalborg : "Carte delle città europee per uno sviluppo durevole e sostenibile",  
<http://www.aalborgplus10.dk>
- [103] "Protocollo ITACA" per la valutazione energetico-ambientale di un edificio,  
<http://www.itaca.org/tematiche/edilizia-sostenibile/>
- [104] "Green Building Challenge", <http://greenbuilding.ca>
- [105] [http://www.provincia.torino.it/ambiente/filestorage/download/energia/pdf/regolamento\\_edilizio.pdf](http://www.provincia.torino.it/ambiente/filestorage/download/energia/pdf/regolamento_edilizio.pdf)
- [106] <http://temi.provincia.milano.it/ambiente/energia/tavoloenergia.shtml>
- [107] "L'indagine sugli incentivi comunali", Confcooperative federabitazione,  
[http://www.she.coop/uploadedfiles/DOSSIER\\_Indagine\\_Incentivi\\_Convention.pdf](http://www.she.coop/uploadedfiles/DOSSIER_Indagine_Incentivi_Convention.pdf)
- [108] Rapporto sull'Efficienza Energetica,  
[http://www.sviluppoeconomico.gov.it/pdf\\_upload/dossier/energia/efficienza\\_energia.pdf](http://www.sviluppoeconomico.gov.it/pdf_upload/dossier/energia/efficienza_energia.pdf)
- [109] Rapporto sul Fotovoltaico,  
[http://www.sviluppoeconomico.gov.it/pdf\\_upload/dossier/energia/rapportofotovoltaico.pdf](http://www.sviluppoeconomico.gov.it/pdf_upload/dossier/energia/rapportofotovoltaico.pdf)
- [110] Decreto 18/12/2008, Incentivazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili,  
[http://www.sviluppoeconomico.gov.it/pdf\\_upload/dossier/energia/decreto181208.pdf](http://www.sviluppoeconomico.gov.it/pdf_upload/dossier/energia/decreto181208.pdf)
- [111] <http://www.ortourbano.it/>
- [112] M.F.Errigo, Il Piano Energetico Comunale, Dispense
- [113] Tende fotovoltaiche
- [114] Comitato Italiano Promozione del Telelavoro
- [115] Dossier ENEA, Mezzogiorno e rinnovabili, Workshop Energia, Ambiente e Mezzogiorno, 6/4/2006, Roma.
- [116] Dossier, ENEA per il risparmio energetico, 11/5/2006, Roma.
- [117] Dossier, Lo sviluppo del fotovoltaico in Italia e le tecnologie proposte dall'ENEA, 22/10/2007, Portici (NA).
- [118] MICA-ENEA, La situazione energetico ambientale del paese: rapporto 1999
- [119] [http://en.wikipedia.org/wiki/Stern\\_Review](http://en.wikipedia.org/wiki/Stern_Review)
- [120] Industria 2015 - Efficienza Energetica per la competitività e lo sviluppo sostenibile,  
[http://www.industria2015.ipi.it/file/PII\\_EE\\_Pres\\_Pistorio.pdf](http://www.industria2015.ipi.it/file/PII_EE_Pres_Pistorio.pdf)
- [121] 20-20-20 by 2020
- [122] M.Barroso, Boosting jobs and growth through climate action
- [123] J.Sui, J.Munemoto, Shape Study on a Green Roof Integrated Photovoltaic System by Bi-Objective Optimization of Investment Value and CO2 Emissions, Journal of Asian architecture and building engineering, Journal of Asian architecture and building engineering, Architectural Institute of Japan, ISSN : 1346-7581
- [124] Plant Your Vegetables...On Your Rooftops -  
<http://www.islamonline.net/English/Science/2004/09/article03.shtml>
- [125] <http://www.abrampaolo.191.it>
- [126] Norma UNI 11235: Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde.
- [127] Associazione Italiana Verde Pensile, <http://www.aivep.org/>
- [128] <http://www.gianodo.it/ri-media/Press-Energy/?p=23>
- [129] [http://it.wikipedia.org/wiki/Fiumi\\_italiani#Elenco\\_dei\\_fiumi\\_italiani\\_per\\_portata](http://it.wikipedia.org/wiki/Fiumi_italiani#Elenco_dei_fiumi_italiani_per_portata)
- [130] <http://it.wikipedia.org/wiki/Irno>
- [131] ENEA, Rapporto energia e ambiente 2008,  
[http://www.enea.it/produzione\\_scientifica/pdf\\_volumi/V2009\\_REA2008\\_Analisi.pdf](http://www.enea.it/produzione_scientifica/pdf_volumi/V2009_REA2008_Analisi.pdf)

### 18.1.1 Bibliografia su Illuminazione pubblica

- [1] Decreto legislativo n. 285 del 30/4/1992: "Nuovo Codice della Strada", (G.U. n. 114, Suppl. ordinario 18/5/1992) e ss.mm.ii.
- [2] Decreto Presidente Repubblica n. 495 del 16/12/1992: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada"
- [3] Decreto legislativo 360/93: "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992
- [4] Direttiva Ministeriale LLPP 12/04/95 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del traffico" (Suppl. ordinario n. 77 alla G.U n. 146 del 24 giugno 1995 – Serie generale).
- [5] Decreto Legislativo 6 novembre 2007, n. 201, "Attuazione della direttiva 2005/32/CE relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia"



- [6] Decreto Ministeriale LL. PP. del 5 novembre 2001 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- [7] Regione Veneto, Legge Regionale 27 giugno 1997, n. 22, “Norme per la prevenzione dell'inquinamento luminoso”.
- [8] Regione Valle d'Aosta, Legge Regionale 28 aprile 1998, n. 17. “Norme in materia di illuminazione esterna”.
- [9] Regione Toscana, Legge Regionale 21 marzo 2000 n. 37. “Norme per la prevenzione dell'inquinamento luminoso”.
- [10] Regione Toscana, Legge Regionale Legge Regionale n. 39 del 24 febbraio 2005, “Disposizioni in materia di energia”.
- [11] Regione Piemonte, Legge Regionale 24 marzo 2000, n. 31. “Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche”.
- [12] Regione Piemonte, Legge Regionale 23 marzo 2004, n. 8. “Modificazioni alla legge regionale 24 marzo 2000, n. 31 (Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche). Ecologia”.
- [13] Regione Lombardia, Legge Regionale 27 Marzo 2000, N. 17. “Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso”.
- [14] Regione Lombardia. Decreto direttore generale D. G. Reti e servizi di pubblica utilità e sviluppo sostenibile. 3 agosto 2007 - n. 8950, Legge regionale 27 marzo 2000, n. 17 – Linee guida regionali per la redazione dei piani comunali dell'illuminazione”.
- [15] Regione Basilicata, Legge Regionale n.41 del 10-04-2000. “Inquinamento luminoso e conservazione della trasparenza e stabilità atmosferica dei siti di ubicazione di stazioni astronomiche”.
- [16] Regione Lazio, Legge Regionale 13 aprile 2000, n. 23, "Norme per la riduzione e per la prevenzione dell'inquinamento luminoso - Modificazioni alla legge regionale 6 agosto 1999, n. 14".
- [17] Regione Marche, Legge Regionale n. 10 del 24 Luglio 2002, “Misure urgenti in materia di risparmio energetico e contenimento dell'inquinamento luminoso”.
- [18] Regione Campania, Legge Regionale n. 12 del 25 luglio 2002, "Norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico da illuminazione esterna pubblica e privata a tutela dell'ambiente, per la tutela dell'attività svolta dagli osservatori astronomici professionali e non professionali e per la corretta valorizzazione dei centri storici".
- [19] Regione Emilia Romagna, Deliberazione legislativa n. 113/2003 del 24 settembre 2003, “Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico”.
- [20] Regione Umbria, Legge Regionale 28 febbraio 2005, n. 20. “Norme in materia di prevenzione dall'inquinamento luminoso e risparmio energetico”.
- [21] Regione Umbria, Regolamento Regionale n. 2 del 5/4/2007 “Regolamento di attuazione della LR 20/2005: Norme in materia di prevenzione dall'inquinamento luminoso e risparmio energetico” -Pubblicato sul B.U.R n. 17 del 18 aprile 2007, suppl.ord. n. 1.
- [22] Regione Abruzzo, Legge Regionale 3 MARZO 2005, n. 12, “Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico”.
- [23] Regione Siciliana, Legge Regionale 22 aprile 2005, n. 4, “Norme riguardanti il contenimento dei consumi energetici e il miglioramento dei livelli qualitativi delle abitazioni. Disposizioni volte alla riduzione dell'inquinamento luminoso. Deroga ai regolamenti edilizi comunali per le farmacie”.
- [24] Regione Puglia, Legge Regionale n° 15, del 23 Novembre 2005, “Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico”
- [25] Regione Liguria, Legge Regionale 29 Maggio 2007 N. 22, “Norme in materia di energia”.
- [26] Regione Friuli Venezia Giulia, LEGGE REGIONALE 18/06/2007, N. 015, “Misure urgenti in tema di contenimento dell'inquinamento luminoso, per il risparmio energetico nelle illuminazioni per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici”.
- [27] Regione Sardegna, Legge Regionale 29 maggio 2007, n. 2, “Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale della Regione (legge finanziaria 2007)”.
- [28] Regione Sardegna, Deliberazione Giunta Regionale 48-31/07 del 29/11/2007, “Linee guida e modalità tecniche d'attuazione per la riduzione dell'inquinamento luminoso e acustico e il conseguente risparmio energetico (art. 19, comma 1, L.R. 29 maggio 2007, n. 2). Finanziamento agli Enti pubblici. Euro 3.000.000”.
- [29] Provincia Torino, Deliberazione Consiglio Provinciale, n. 330414 del 10 febbraio 2004, “Linee Guida per l'applicazione della l.r. 31/2000 - Indirizzi e disposizioni per la prevenzione e la lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche”.
- [30] Provincia Autonoma Trento, Legge Provinciale 3 ottobre 2007, n. 16, “Risparmio energetico e inquinamento luminoso”.

- [31] Provincia Autonoma Bolzano, Legge Provinciale del 10 giugno 2008, n. 4, art.4 “contributi in conto capitale a sostegno del risparmio energetico e dell’utilizzo delle fonti rinnovabili di energia”.
- [32] AIDI 1993 “Raccomandazioni per l’illuminazione pubblica”
- [33] AIDI 1998 “Guida per il Piano Regolatore Comunale dell’illuminazione pubblica”
- [34] CIE Pubblicazione 115:1995: “Recommendations for lighting of roads for motor and pedestrian traffic”
- [35] CIE Pubblicazione 136-2000: “Guida all’illuminazione delle aree urbane” (in sostituzione della CIE 92:1992)
- [36] CIE Pubblicazione n. 92:1992 : "Guide to the lighting of urban areas"
- [37] CIE Pubblicazione 154:2003 “The maintenance of outdoor lighting systems”
- [38] Norma UNI 10439:2001 “Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato”
- [39] Rapporto tecnico CEN/TR 13201-1:2004 “Illuminazione stradale (Road lighting) – Selezione delle classi di illuminazione”
- [40] NORMA EN 13201-2:2004 “Illuminazione stradale - Requisiti prestazionali”
- [41] NORMA EN 13201-3:2004 “Illuminazione stradale – Calcolo delle prestazioni”
- [42] NORMA EN 13201-4:2004 “Illuminazione stradale – Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche” (recepiscono anche la CIE Pubblicazione 115:1995 “Recommendations for lighting of roads for motor and pedestrian traffic”)
- [43] NORMA UNI 11248:2007 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche" (in sostituzione della UNI 10439, recepisce il rapporto tecnico CEN/TR 13201-1)
- [44] Norma UNI 10819:1999 “Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”
- [45] Norma UNI 11095:2003 “Illuminazione gallerie”
- [46] UNI EN 12193:2008 "Illuminazione di installazioni sportive"
- [47] UNI EN 12464-2:2008 "Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2:Posti di lavoro in esterno"
- [48] Norma CEI 34 – 33 : "Apparecchi di Illuminazione. Parte II : Prescrizioni particolari. Apparecchi per l’illuminazione stradale"
- [49] Norme CEI 34 relative a lampade, apparecchiature di alimentazione ed apparecchi d’illuminazione in generale
- [50] Norma CEI 11 – 4: "Esecuzione delle linee elettriche esterne"
- [51] Norma CEI 11 – 17: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"
- [52] Norma CEI 64 – 7: "Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari"
- [53] Norma CEI 64 – 8: variante V2 Sezione 714 "Ambienti e applicazioni particolari - Impianti di illuminazione situati all'esterno."
- [54] "Impianti a norme CEI – volume 6: Illuminazione Esterna", TNE Maggio 97
- [55] G. Forcolini, Illuminazione led, Editore Hoepli, Milano 2008.
- [56] <http://www.cie.co.at>
- [57] <http://www.fire-italia.it/caricapagine.asp?target=esco.asp>
- [58] <http://www.sibersrl.it/ita/prodotti.php>
- [59] [http://www.autorita.energia.it/relaz\\_ann/relaz\\_annuale.htm](http://www.autorita.energia.it/relaz_ann/relaz_annuale.htm)
- [60] <http://www.led-lighting.it/>
- [61] L.Di Fraia, Introduzione al Convegno internazionale "Illuminazione a LED oggi: chimera o realtà?", Centro Congressi Università di Napoli Federico II ,13 marzo 2009, [www.led-lighting.it](http://www.led-lighting.it)
- [62] L. Di Fraia, To LED or not to LED, Atti del Convegno internazionale "Illuminazione a LED oggi: chimera o realtà?" Centro Congressi Università di Napoli Federico II, 13 marzo 2009 , [www.led-lighting.it](http://www.led-lighting.it)

## 18.1.2 Bibliografia su cogenerazione e biomasse

- [1] Tommasi, A., “Vademecum sulla cogenerazione”, [www.adrianotommasi.it](http://www.adrianotommasi.it).
- [2] Gavi, P., e Zuanazzi, C., "Sistemi di cogenerazione", [www.cesi.it](http://www.cesi.it).
- [3] Sileo, M., “La micro-cogenerazione a gas naturale: una nuova via del risparmio energetico”, [www.ambientediritto.it](http://www.ambientediritto.it).
- [4] GSE, “Guida al riconoscimento della cogenerazione”, [www.gse.it/attivita/Cogenerazione/PubbInf/Documents/GUIDAALRICONOSCIMENTODELLACOGENERAZIONE.pdf](http://www.gse.it/attivita/Cogenerazione/PubbInf/Documents/GUIDAALRICONOSCIMENTODELLACOGENERAZIONE.pdf)
- [5] Della Volpe, R., “Macchine”, Liguori Editore, Napoli, 1998.
- [6] Commission of the European Communities, “A European strategic energy echnology plan – towards a low carbon future”, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0723:FIN:EN: PDF>>.

- [7] Kyoto protocol: status of ratification. United Nations framework convention on climate change (2008-10-16); 2008. <[http://unfccc.int/files/kyoto\\_protocol/status\\_of\\_ratification/application/pdf/kp\\_ratification.pdf](http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/status_of_ratification/application/pdf/kp_ratification.pdf)>.
- [8] Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, "Biomasse: Tecnologia, Applicazioni e Potenzialità", [http://www.minambiente.it/opencms/opencms/home\\_it/menu.html?mp=/menu/menu\\_attivita/&m=Biomasse.html](http://www.minambiente.it/opencms/opencms/home_it/menu.html?mp=/menu/menu_attivita/&m=Biomasse.html)|Tecnologia\_\_Applicazioni\_e\_Potenzialita01.htm.
- [9] La Biomassa, [http://www.enerecosrl.com/portale\\_informativo/biomassa\\_biogas.php](http://www.enerecosrl.com/portale_informativo/biomassa_biogas.php).
- [10] ITABIA, Italian Biomass Association, <http://www.itabia.it>.
- [11] Il Piano Energetico e Ambientale Regionale, <http://www.economicampania.net/UserFiles/File/VolumePEAR.pdf>.
- [12] Infascelli, R., Faugno, S., Pindozi, S., Boccia, L., "DISPONIBILITÀ DI BIOMASSE AGRO-FORESTALI E RESIDUI DI POTATURE IN CAMPANIA", IX Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria, Ischia Porto, 12-16 settembre 2009.
- [13] Pubblicazioni disponibili sul sito [www.energielab.it](http://www.energielab.it).
- [14] Pubblicazioni disponibili sul sito [www.fire-italia.it](http://www.fire-italia.it).
- [15] "Mercato dell'energia e i certificati verdi: gli strumenti di mercato nelle politiche ambientali", [www.nextville.it](http://www.nextville.it).
- [16] "Il ruolo dei certificati bianchi nella liberalizzazione del mercato", [www.nextville.it](http://www.nextville.it).
- [17] Pubblicazioni disponibili sul sito [www.sito.regione.campania.it](http://www.sito.regione.campania.it).

### 18.1.3 Bibliografia su potenziale eolico

#### 18.1.3.1 Articoli e risorse in rete

- [1] E. Pedersen, P. Larsman, THE IMPACT OF VISUAL FACTORS ON NOISE ANNOYANCE AMONG PEOPLE LIVING IN THE VICINITY OF WIND TURBINES, *Journal of Environmental Psychology*, 28(4), 2008.
- [2] Comune di Portogruaro, PIANO D'AZIONE PER IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA E L'USO DELLE RINNOVABILI IN CONTESTO URBANO
- [3] C.G. Justus, W.R. Hargraves, A. Mikhail, D. Graber, METHODS FOR ESTIMATING WIND SPEED FREQUENCY DISTRIBUTION, *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 17, 1977.
- [4] N. Eskin, H. Artar, S. Tolun, WIND ENERGY POTENTIAL OF GOKÇEADA ISLAND IN TURKEY, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12, 2008.
- [5] A. Ouammi, R. Sacile, A. Mimet, WIND ENERGY POTENTIAL IN LIGURIAN REGION, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (2010), 2009.
- [6] C.D. Lloyd, P.M. Atkinson, ASSESSING UNCERTAINTY IN ESTIMATES WITH ORDINARY AND INDICATOR KRIGING, *Computers & Geosciences*, 27, 2001.
- [7] Atlante Eolico del CESI, <http://www.ricercadisistema.it/>
- [8] Studio sull'uso dell'energia eolica dell'Università di Cagliari, [http://www.diee.unica.it/caseifici/show\\_page.php?p=aneolico](http://www.diee.unica.it/caseifici/show_page.php?p=aneolico)
- [9] Network di EDIZIONI AMBIENTE, <http://www.nextville.it>
- [10] Autorità per l'energia elettrica e il gas, <http://www.autorita.energia.it/>
- [11] Gestore Servizi Energetici, <http://www.gse.it/>
- [12] [www.enel.it/enelsi/](http://www.enel.it/enelsi/)

## 19 Indice delle figure

Figura 1 – Schema della piattaforma di calcolo del PEC .....	11
Figura 2 – Previsioni della produzione di greggio in Norvegia con la curva di Hubbert.....	13
Figura 3 - Andamento dei prezzi e della produzione del petrolio negli ultimi cento anni .....	13
Figura 4 – Andamento storico della domanda mondiale di energia (1980 – 2009) .....	14
Figura 5 - Andamenti misurati e stimati per la concentrazione di CO <sub>2</sub> e la temperatura terrestre ( <a href="http://www.unep.org">http://www.unep.org</a> ).....	16
Figura 6 – Incremento della motorizzazione in Cina.....	16
Figura 7 – Serie storica del fabbisogno di energia per aree geografiche .....	20
Figura 8 – Intensità energetica del PIL dal 1980 al 2008 (Numeri indice 1980 = 100) .....	21
Figura 9 – Emissioni di anidride carbonica nello scenario di riferimento 2008 e nella revisione 2009 (Mt CO <sub>2</sub> ) (Fonte ENEA) [131].....	23
Figura 10 – Strumenti legislativi e programmatici collegati al PEC. ....	31
Figura 11 - Ripartizione dei consumi di energia per vettore energetico (%).....	56
Figura 12 – Ripartizione dei consumi di energia per settore di attività (%) .....	57
Figura 13 – Ripartizione dei consumi settoriali per vettore energetico (kWh/anno) .....	58
Figura 14 – Ripartizione settoriale dei consumi di energia (%) .....	60
Figura 15 – Andamento dei consumi elettrici per settore (kWh/anno; rielaborazione da dati ENEL) .....	62
Figura 16 – Ripartizione dei consumi elettrici per settore (per cento; rielaborazione da dati ENEL)	62
Figura 17 – Andamento dei consumi di metano (fonte Salerno Energia) .....	65
Figura 18 – Andamento del numero di utenti per il metano (fonte Salerno Energia) .....	66
Figura 19 – Andamento dei consumi medi di metano per utente (fonte Salerno Energia) .....	66
Figura 20 – Andamento dei consumi di gasolio, benzina e GPL (Litri/anno; fonte UTF).....	68
Figura 21 – Fattori di emissione di CO <sub>2</sub> per unità di energia elettrica prodotta (gCO <sub>2</sub> /kWh) relativi alla media della produzione elettrica italiana e linea di tendenza [59].....	71
Figura 22 – Ripartizione percentuale delle emissioni di CO <sub>2</sub> per settore di attività.....	72
Figura 23 – Ripartizione percentuale delle emissioni di CO <sub>2</sub> per vettore energetico .....	72
Figura 24 – Composizione per zona altimetrica dei Comuni .....	76
Figura 25– Composizione per zona altimetrica dei Comuni .....	77
Figura 26 – Serie storica della popolazione della Regione Campania .....	78
Figura 27 – Serie storica della popolazione della Provincia e del Comune di Salerno .....	79
Figura 28 – Serie storica della popolazione della Regione Campania .....	80
Figura 29 – Serie storica della popolazione della Provincia e del Comune di Salerno .....	80
Figura 30 – Serie storica del fabbisogno di energia (approccio <i>top down</i> ) .....	82
Figura 31 – Serie storica delle emissioni di CO <sub>2</sub> (approccio <i>top down</i> ) .....	82
Figura 32 – Consumi di metano per gli edifici di proprietà comunale (valori assoluti).....	93
Figura 33 – Consumi di metano per gli edifici di proprietà comunale (ripartizione percentuale) ....	94
Figura 34 – Consumi totali di metano. Analisi dei trend temporali (Modello del primo ordine).....	95
Figura 35 – Consumi totali di metano. Analisi dei trend temporali (Modello del secondo ordine)..	96

Figura 36 – Consumi totali di metano. Analisi dei trend temporali (Modello del terzo ordine) .....	96
Figura 37 – Valori sperimentali di temperatura, differenze orarie e valori filtrati.....	97
Figura 38 – Temperature orarie complete di dati stimati .....	98
Figura 39 – Temperature medie giornaliere per il periodo 2003-2007 .....	99
Figura 40 – Gradi giorno calcolati nel periodo 2003-2007 .....	99
Figura 41 – Consumi di metano (totali) vs gradi-giorno .....	100
Figura 42 – Consumi di metano (palazzo di città) vs gradi-giorno.....	100
Figura 43 – Consumi di metano (uffici comunali) vs gradi-giorno.....	101
Figura 44 – Coefficienti di correlazione tra consumi di metano e gradi-giorno.....	102
Figura 45 – Volumetrie delle scuole analizzate per tipologia .....	102
Figura 46 – Andamento dei volumi serviti per le scuole campione.....	104
Figura 47 – Consumi di metano per le scuole campione .....	104
Figura 48 - Consumi di metano per unità di volume per le scuole campione .....	105
Figura 49 - Consumi di metano per unità di volume e gradi-giorno per le scuole campione .....	105
Figura 50 – Indici qualitativi e relative volumetrie – Tutte le tipologie.....	106
Figura 51 – Indici qualitativi e relative volumetrie – Scuole materne .....	106
Figura 52 – Consumi elettrici e trend temporale.....	109
Figura 53 - Consumi elettrici e trend – Pubblica illuminazione .....	110
Figura 54 - Consumi elettrici e trend – Strutture pubbliche.....	110
Figura 55 - Consumi elettrici e trend – Uffici giudiziari .....	111
Figura 56 - Una metodologia innovativa per la stima dei consumi energetici e delle emissioni da traffico stradale.....	113
Figura 57: Ripartizione percentuale consumi annui nel Comune di Salerno per tipologia di veicolo .....	118
Figura 58: Ripartizione percentuale consumi annui nel Comune di Salerno per tipologia di veicolo e tipologia di carburante.....	118
Figura 59: Ripartizione percentuale emissioni annue di gas serra nel Comune di Salerno.....	121
Figura 60: Ripartizione percentuale emissioni annue di gas serra nel Comune di Salerno.....	121
Figura 61: Emissioni annue di polveri sottili nel Comune di Salerno.....	122
Figura 62: Ripartizione percentuale delle emissioni annue di polveri sottili nel Comune di Salerno .....	123
Figura 63: Consumi energetici e variazioni percentuali del parco veicolare per il rinnovo di tutte le categorie veicolari.....	126
Figura 64: Emissioni e variazioni percentuali del parco veicolare per il rinnovo di tutte le categorie veicolari.....	126
Figura 65: Emissioni di PM10 e variazioni percentuali del parco veicolare per il rinnovo di tutte le categorie veicolari.....	126
Figura 66: Variazione dei consumi energetici da traffico stradale generata da una diversione modale trasporto individuale – trasporto collettivo .....	128
Figura 67: Variazione delle emissioni di CO2 equivalente generata da una diversione modale trasporto individuale – trasporto collettivo.....	128

Figura 68: Variazione delle emissioni di PM10 generata da una diversione modale trasporto individuale – trasporto collettivo.....	128
Figura 69: Consumi energetici e variazioni percentuali del parco veicolare variando le velocità medie urbane di tutte le categorie veicolari .....	130
Figura 70: Emissioni e variazioni percentuali del parco veicolare variando le velocità medie urbane di tutte le categorie veicolari .....	130
Figura 71: Emissioni di PM10 e variazioni percentuali del parco veicolare variando le velocità medie urbane di tutte le categorie veicolari .....	130
Figura 72 – Vantaggi derivanti dall’uso dei regolatori di flusso.....	144
Figura 73 - Ricostruzione degli antichi giardini pensili di Babilonia.....	155
Figura 74 – Orti urbani su terrazzi di copertura.....	156
Figura 75 – Integrazione di pannelli fotovoltaici con verde su terrazzi di copertura .....	159
Figura 76 - Scenario di crescita del fotovoltaico in Europa [100] .....	165
Figura 77 - Scenario di crescita del fotovoltaico in Italia [100].....	166
Figura 78- Velocità media annua (m/s) e Producibilità specifica (h) a 25 m s.l.t./s.l.m. ....	188
Figura 79 -Velocità media annua (m/s) e Producibilità specifica (h) a 50 m s.l.t./s.l.m. ....	189
Figura 80 - Velocità media annua (m/s) e Producibilità specifica (h) a 75 m s.l.t./s.l.m. ....	190
Figura 81 - Velocità media annua (m/s) e Producibilità specifica (h) a 100 m s.l.t./s.l.m. ....	191
Figura 82 - Siti più favorevoli per sfruttare l’energia delle maree [91] .....	197
Figura 83 – Distribuzione territoriale della potenza associata alle onde marine (kW/m) [91] .....	197
Figura 84 - Stima del potenziale energetico dalle onde marine a livello mondiale [37] .....	198
Figura 85 – Distribuzione del gradiente termico nelle acque marine [92].....	198
Figura 86 – Distribuzione delle correnti marine [93].....	198
Figura 87 - Regione Campania: mappa del potenziale di produzione idroelettrica .....	199
Figura 88: Confronto fra ciclo convenzionale e ciclo cogenerativo.....	205
Figura 89: Confronto fra le tipologie di impianto (fonte [4]).....	207
Figura 90: Benefici energetici ottenibili dalla generazione combinata di energia elettrica e calore [5]. .....	208
Figura 91: Principali combustibili da biomassa (fonte [8]). .....	211
Figura 92: Ciclo dell’anidride carbonica per le biomasse (fonte [9]).....	212
Figura 93: Utilizzo della biomassa in Europa (Fonte [10]). .....	212
Figura 94: distribuzione comunale del contenuto energetico dei residui agricoli (fonte [12]).....	214
Figura 95: distribuzione comunale del valore energetico dei residui forestali (fonte [11]).....	214
Figura 96: Variazione dell’utile annuo in funzione della potenza elettrica (kWe) - impianto cogenerativo con motore endotermico.....	217
Figura 97: Confronto fra i payback dei diversi combustibili in funzione della potenza (kWe) - impianto cogenerativo con motore endotermico. Per la legenda, si rimanda a quella utilizzata in Figura 96.....	218
Figura 98 - Potenziale economico di mitigazione settoriale in Italia secondo lo scenario ENEA – ACT+ (anno 2020) [131] .....	227
Figura 99 - Potenziale economico di mitigazione settoriale in Italia secondo lo scenario ENEA – ACT+ (anno 2040) [131] .....	228

---

Figura 100 - Situazione italiana in relazione alle tecnologie per la generazione di energia ed efficienza energetica .....	229
Figura 101 - Situazione mondiale in relazione alle tecnologie per la generazione di energia ed efficienza energetica .....	230

## 20 Indice delle tabelle

Tabella 1 – Target nazionali ed europei per il 2012 e 2020 in Migliaia di tonnellate di CO <sub>2</sub> equivalente .....	18
Tabella 2 – Emissioni di CO <sub>2</sub> per gli scenari di riferimento pre e post crisi e loro rapporto.....	23
Tabella 3 - Documentazione Ufficiale della CE .....	26
Tabella 4 – Interventi previsti dalla programmazione del PEAR.....	33
Tabella 5 - Intensità elettrica per settore – Anno 2007 - FONTE Ufficio Statistico TERNA - kWh/€ a valori concatenati base anno 2000 .....	42
Tabella 6 – Riepilogo di dati ISTAT relativi al Comune ed alla Provincia di Salerno .....	50
Tabella 7 – Piazzamenti della provincia di Salerno (fonte: <a href="http://www.unioncamere.it/atlante">www.unioncamere.it/atlante</a> ) .....	50
Tabella 8 – Tipologie e fonti dei dati di consumi energetici disponibili per il territorio comunale...	51
Tabella 9 – Matrice di ripartizione per settori .....	52
Tabella 10 - Bilancio energetico per vettore energetico .....	56
Tabella 11 – Bilancio energetico per settore di attività .....	57
Tabella 12 - Ripartizione dei consumi per settore e vettore energetico (kWh/anno) .....	58
Tabella 13 - Ripartizione dei consumi per settore e vettore energetico (%).....	58
Tabella 14 – Consumi elettrici per anno e settore (kWh/anno; fonte ENEL). .....	61
Tabella 15 – Ripartizione dei consumi elettrici per anno e per settore (fonte ENEL) .....	61
Tabella 16 – Categorie di clienti per consumi di metano sul territorio comunale .....	64
Tabella 17 – Consumi di metano sul territorio comunale (Fonte: Elaborazione Dati Salerno Energia) .....	64
Tabella 18 – Distribuzione percentuale dei consumi di metano tra le tipologie di utenza .....	65
Tabella 19 - Vendite di metano per autotrazione.....	66
Tabella 20 - Vendite di metano per autotrazione e usi agricoli (Fonte SNAM) .....	67
Tabella 21 – Vendite di gasolio, benzina e GPL per autotrazione (Litri/anno; fonte UTF). .....	68
Tabella 22 – Fattori di emissione di CO <sub>2</sub> per i diversi vettori energetici .....	70
Tabella 23 - Fattori di emissione di CO <sub>2</sub> per unità di energia elettrica prodotta (gCO <sub>2</sub> /kWh) relativi alla media della produzione elettrica italiana [59] .....	70
Tabella 24 – Emissioni di CO <sub>2</sub> per settore di attività.....	71
Tabella 25 – Emissioni di CO <sub>2</sub> per vettore energetico .....	72
Tabella 26 – Consumi energetici ed emissioni di CO <sub>2</sub> per il 2008 e per il 2005.....	73
Tabella 27 – Consumi energetici ed emissioni di CO <sub>2</sub> per il 1990.....	74
Tabella 28 – Dati demografici(fonte ISTAT) .....	78
Tabella 29 – Dati storici della domanda di energia in Regione Campania.....	81
Tabella 30 – Domanda di energia elettrica settoriale - Provincia di Salerno e Regione Campania ..	81
Tabella 31 – Dati storici della domanda di elettricità - Provincia di Salerno e Regione Campania ...	81
Tabella 32 – Dati storici della emissioni di CO <sub>2</sub> - Regione Campania.....	81
Tabella 33 – Ripartizione dei consumi energetici per settore in alcuni Piani Energetici italiani.....	86
Tabella 34 - Ripartizione dei consumi energetici per vettore in alcuni Piani Energetici italiani .....	86



Tabella 35 – Scenari tendenziali per la regione Campania. Previsione dei consumi di energia finale distinti per vettore (Fonte PEAR Campania).....	89
Tabella 36 – Scenari tendenziali a breve termine (2012) .....	90
Tabella 37 – Scenari tendenziali a lungo termine (2020) .....	90
Tabella 38 – Calcolo delle temperature medie e dei gradi giorno .....	98
Tabella 39 – Fasce di funzionamento degli impianti di riscaldamento.....	101
Tabella 40 – Tabella riepilogativa su scuole censite .....	102
Tabella 41 – Consumi di metano per le scuole .....	103
Tabella 42 – Classi di qualità per le scuole (consumi in Wh/mc/GG/anno; su dati ENEA e FIRE) ...	105
Tabella 43 – Consumi unitari di metano per le scuole e indici di qualità (3:Buono; 2:Sufficiente; 1:Insufficiente;-1: Non disponibile) .....	107
Tabella 44 - Consumi elettrici delle strutture comunali (kWh/anno).....	108
Tabella 45 - Ripartizione percentuale dei consumi elettrici .....	109
Tabella 46 - Composizione del parco veicolare del comune di Salerno (fonte: ACI 2007).....	114
Tabella 47 - Spostamenti sistematici intra-comunali ed extra-comunali relativi al comune di Salerno per motivo di spostamento (fonte: elaborazioni su dati ISTAT 2001).....	115
Tabella 48: Spostamenti sistematici totali relativi al comune di Salerno per modalità di trasporto (fonte: elaborazioni su dati ISTAT 2001).....	116
Tabella 49: Consumi annui di carburante nella città di Salerno .....	117
Tabella 50: Emissioni annue di gas serra nel Comune di Salerno e ripartizioni percentuali .....	120
Tabella 51: Emissioni annue di polveri sottili nel Comune di Salerno .....	122
Tabella 52: Consumi energetici del parco veicolare per il rinnovo di tutte le categorie veicolari ..	125
Tabella 53: Emissioni del parco veicolare per il rinnovo di tutte le categorie veicolari .....	125
Tabella 54: Variazione dei consumi energetici e delle emissioni da traffico stradale generate da una diversione modale trasporto individuale – trasporto collettivo.....	127
Tabella 55:Consumi energetici del parco veicolare variando le velocità medie urbane di tutte le categorie veicolari.....	129
Tabella 56: Emissioni del parco veicolare variando le velocità medie urbane di tutte le categorie veicolari.....	129
Tabella 57 – Schede d’azione proposte per il Comune di Salerno .....	135
Tabella 58 – Matrice priorità/prescrizioni .....	137
Tabella 59 – Caratteristiche dello Sportello Energia in diversi comuni italiani .....	160
Tabella 60 – Gli incentivi del nuovo Conto Energia .....	166
Tabella 61 – Livelli di integrazione dei moduli fotovoltaici (da [100]).....	167
Tabella 62 - Caratteristiche degli aerogeneratori .....	194
Tabella 63 – Potenza ottenibile con impianti idraulici ad acqua fluente .....	200
Tabella 64 – Valvole di regolazione inserite nell’acquedotto di Salerno.....	202
Tabella 65 – Ipotesi di interventi di risparmio energetico e di produzione di rinnovabili .....	223
Tabella 66 – Impatto degli interventi sui vincoli di emissioni di CO <sub>2</sub> .....	225
Tabella 67 - Potenziale economico di mitigazione settoriale in Italia secondo lo scenario ENEA – ACT+ (anno 2020) [131] .....	228
Tabella 68 – Quadro sinottico delle schede d’azione per diversi comuni italiani (1/2) .....	304

---

Tabella 69 – Quadro sinottico delle schede d’azione per diversi comuni italiani (2/2) .....305

## 21 Appendice A-I - Tavole riepilogative dei dati utilizzati per i PEC

PEC ANCONA – (Bilancio energetico per il periodo 2005 - 2007)				
TIPO DI RIPARTIZIONE		FONTE DATI	DATI	NOTE
Vettori energetici	Energia elettrica	ENEL AnconaAmbiente S.p.A (per l'illuminazione pubblica)	Per i settori di attività: residenziale, terziario, industria, agricoltura sono presenti i dati: <ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo complessivo</li> <li>Consumo procapite per abitante</li> </ul>	L'illuminazione pubblica è stata considerata come un settore a sé stante, per il quale è stata condotta un'analisi specifica utilizzando i dati sui numeri di punti luce: <ul style="list-style-type: none"> <li>per tipologia di illuminazione</li> <li>per tipologia di lampade</li> <li>per tipologie di apparecchi</li> <li>per tipologia di sostegni</li> <li>per consumo di energia</li> </ul>
	Energia termica	-	Settore residenziale e terziario: <ul style="list-style-type: none"> <li>consumi annuali di metano</li> <li>vendite annuali di gasolio</li> </ul> Settore Industriale: <ul style="list-style-type: none"> <li>consumi annuali di metano</li> <li>vendite annuali di gasolio</li> </ul> Settore agricoltura: <ul style="list-style-type: none"> <li>vendite di benzina denaturata</li> <li>vendite di gasolio denaturato</li> </ul>	Per il settore residenziale e terziario è stato analizzato anche l'andamento mensile del consumo di metano; sono stati messi a confronto gli andamenti invernali dei consumi di metano e della temperatura media; infine sono presenti i dati riguardanti il numero di impianti di riscaldamento autonomo e centralizzato. Per il settore industriale sono stati analizzati anche i consumi mensili di metano.
	Fonti rinnovabili	Comune di Ancona (fotovoltaico) Rapporto Lega Ambiente (solare)	Per gli impianti fotovoltaici pubblici e privati sono presenti le informazioni riguardanti: <ul style="list-style-type: none"> <li>la potenza dell'impianto (kW)</li> <li>la produzione annua (kWh)</li> <li>i m<sup>2</sup> di fotovoltaico installati</li> <li>emissioni evitate (kg CO<sub>2</sub>)</li> <li>m<sup>2</sup> installati per ogni abitante</li> </ul> Per gli impianti solari: <ul style="list-style-type: none"> <li>m<sup>2</sup> installati ogni 1000 abitanti</li> </ul>	-
Sistema della	Privato	Ufficio delle Dogane di Ancona	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vendite di carburante (benzina, gas, metano, GPL)</li> </ul>	-

mobilità		Regione Marche Multiservizi S.p.A Aci	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapporto autovetture/abitanti</li> <li>• Numero automobili per tipologia di alimentazione</li> <li>• Numero automobili per cilindrata</li> <li>• Numero di veicoli merci per tipologia di alimentazione</li> <li>• Numero di motocicli circolanti nel territorio comunale</li> </ul>	
	Trasporto Pubblico	Conerobus S.p.A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vendite di carburante</li> <li>• Numero di mezzi in servizio</li> <li>• Lunghezza della rete</li> <li>• Km percorsi</li> <li>• Km percorsi per mezzo</li> </ul>	-
	Traffico Portuale	Autorità portuale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vendite di carburante</li> <li>• Tonnellate di merci trasportate complessivamente</li> <li>• Tonnellate di merci trasportate per tipologia</li> <li>• Numero di imbarchi e sbarchi di autovetture e tir</li> <li>• Numero di passeggeri</li> </ul>	-
Municipio	-	I dati sono stati ricavati attraverso un lavoro di raccolta coordinato dal servizio Politiche Ambientali con la collaborazione stretta dei servizi Patrimonio, Tecnologico, Ragioneria, Controllo di Gestione, Economato e Sistemi Informativi	<p>Sono presenti i dati riguardanti i consumi di elettricità e di metano ripartiti secondo le aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biblioteche, musei, teatri</li> <li>• Impianti sportivi</li> <li>• Mercati</li> <li>• Scuole, istituti e asili</li> <li>• Uffici comunali/amministrativi</li> <li>• Altre strutture e utenze varie</li> </ul> <p>Per il parco veicolare comunale:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumi carburante</li> <li>• Km percorsi per area</li> <li>• Numero di automezzi e autovetture per tipologia di alimentazione</li> </ul>	-

PEC BOLOGNA – (Bilancio energetico per il periodo 1990 - 2004)				
TIPO DI RIPARTIZIONE	FONTE DATI		DATI	NOTE
VETTORI ENERGETICI	Gas Metano	Hera Bologna (distributore di gas nel territorio comunale) SNAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabella di sintesi dei dati ripartiti in uso domestico, riscaldamento e altri usi</li> <li>• Database completi delle utenze servite (ordinarie e in deroga)</li> </ul>	Le prime due voci della tabella di sintesi rappresentano i consumi nel settore residenziale. È stata eseguita una destagionalizzazione dei dati per riportarli ad un anno di riferimento. La voce “altri usi” è stata suddivisa per settore di appartenenza usando i database delle utenze.
	Energia elettrica	Enel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serie storiche dei consumi ripartiti in Illuminazione Pubblica, usi domestici, altri usi</li> <li>• Tabella con i consumi ripartiti per macrosettori (agricoltura, domestico, industria e terziario)</li> </ul>	Poiché non c’era a disposizione una ripartizione merceologica dei consumi a livello comunale per i settori Industria e Terziario, si è fatto il confronto con i dati provinciali. Per determinare i consumi elettrici nelle abitazioni è stata eseguita un’analisi attraverso la somministrazione di un questionario ad un campione della popolazione; i risultati di questo questionario sono stati inseriti in un foglio di calcolo che restituisce una stima del consumo mensile dei diversi usi finali di energia elettrica
	Gasolio	Bollettino Petrolifero (elaborato dal ministero delle Attività Produttive) Ufficio tecnico di finanze	I dati del bollettino petrolifero sono disponibili al più su base provinciale e si riferiscono alle vendite annue sia per l’Autotrasporto che per gli usi per riscaldamento e per agricoltura. I dati UTF sono su base comunale e sono relativi solo alle vendite per Autotrasporto.	I consumi dovuti al riscaldamento su base comunale sono stati calcolati utilizzando i dati forniti dal censimento delle caldaie a gasolio (anno 2004). I consumi calcolati per questo anno sono stati confrontati con i dati provinciali mediati e destagionalizzati; la stima dei consumi comunali degli anni precedenti è stata effettuata mantenendo la stessa proporzionalità del 2004 rispetto ai consumi provinciali. Per ripartire i consumi tra i macrosettori si è applicato un coefficiente determinato dalla percentuale di volumetria degli edifici non metanizzati destinati a una data categoria di utilizzo. Per il settore agricolo si è applicato ai dati provinciali un coefficiente di proporzionalità pari al rapporto tra il numero di attività agricole comunali e quelle provinciali
	Olio	Utenze specifiche (edifici pubblici,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dati di effettivo utilizzo da parte di specifiche utenze</li> </ul>	Per calcolare i consumi su base comunale sono stati sottratti anno per anno ai consumi

	combustibile	caldaie di integrazione sistemi di riscaldamento) Bollettino petrolifero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vendite su territorio provinciale</li> </ul>	provinciali i consumi delle utenze note; al risultato si è applicato un coefficiente moltiplicativo pari al rapporto tra le imprese su scala comunale e quelle su scala provinciale. Si è assunto che il 90% dei consumi è attribuibile a utenti industriali e il restante ad utenti del settore terziario.
	GPL	Bollettino petrolifero Ufficio Tecnico Finanze	Il bollettino petrolifero dà i di vendita (ripartiti per uso agricolo e riscaldamento) su base provinciale, l'UTF su base comunale	Il consumo complessivo di GPL a scala comunale è stato stimato applicando alle vendite provinciali un coefficiente pari al rapporto tra la popolazione comunale e quella provinciale. Per ripartire i consumi tra i diversi macrosettori si è valutata la quota di GPL destinata ad usi domestici (cucina, acqua calda, riscaldamento) ed è stata sottratta al totale comunale. La quota rimanente è stata divisa equamente tra Terziario e Industria.
	Fluido termovettore	AIRU (dati di teleriscaldamento) Hera (bilanci di sostenibilità e Database deroghe) Comune di Bologna Proprietari e gestori di impianti non Hera	Consumi di cobustibile	Oltre ai dati sul consumo di combustibile, viene indicata, per ogni impianto, la ripartizione percentuale del calore tra settore Residenziale e Terziario, in base alla tipologia di volumetrie riscaldate dall'impianto stesso.
TRASPORTI	-	Bollettino petrolifero Ufficio Tecnico Finanze	Il bollettino petrolifero fornisce i dati di vendite ad uso Autotrazione per gasolio, benzina, GPL, a scala provinciale. L'UTF fornisce i dati di vendite, sia a scala comunale che provinciale.	-

<b>PEC BRESCIA – (Bilancio energetico per il periodo 1997 - 2001)</b>				
<b>TIPO DI RIPARTIZIONE</b>	<b>FONTE DATI</b>	<b>DATI</b>	<b>NOTE</b>	
<b>VETTORI ENERGETICI</b>	Energia Elettrica	ENEL ASM (Azienda Servizi Municipalizzati di Brescia)	Consumi di energia elettrica. Dati riguardanti la ripartizione territoriale della produzione di energia elettrica tra impianti all'interno del territorio comunale e impianti esterni.	I consumi vengono ripartiti per settore (Illuminazione Pubblica,Utenza Domestica, Piccola Industria e terziario, Utenze industriali)
	Calore fornito dalla rete di teleriscaldamento	ASM	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energia immessa nella rete di teleriscaldamento (GWh)</li> <li>Numero di utenze allacciate</li> <li>Migliaia di m<sup>3</sup> serviti</li> <li>GWh di energia prodotta in impianti combinati (produzione combinata di energia termica ed elettrica) e in impianti semplici (sola produzione di energia termica a mezzo di caldaie semplici)</li> <li>Energia erogata dalla rete per tipologia di utenza</li> </ul>	-
	Gas Naturale	ASM SNAM Rete Gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Volume di gas (Mm<sup>3</sup>) fornito da SNAM e da ASM</li> <li>Volume di gas fornito da ASM ripartiti secondo gli usi (uso civile e deroghe)</li> <li>Energia termica (GWh) prodotta da gas naturale ripartita secondo gli usi (usi civili e piccole aziende, usi industriali e ospedalieri, utenze industriali)</li> </ul>	-
	Gasolio	ASM	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energia termica (GWh) prodotta</li> </ul>	-
<b>TRASPORTI</b>	ASM Bibliografia specializzata	<p>Per i servizi di trasporto pubblico urbano:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Percorrenza totale relativa alle linee urbane (km)</li> <li>Passeggeri trasportati</li> </ul> <p>Per il traffico privato</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Numero medio di veicoli in transito all'interno della città</li> <li>Fattore di consumo (dm<sup>3</sup>/Km) per tipo di veicolo (benzina, GPL, Diesel)</li> <li>Migliaia di Km/anno percorsi per tipo di veicolo</li> <li>Migliaia di dm<sup>3</sup>/anno di carburante per tipo di veicolo</li> </ul>	Per i servizi di trasporto pubblico urbano e quelli di pulizia e raccolta rifiuti si è calcolato il fabbisogno energetico medio di gasolio sulla base di un consumo medio stimato (dm <sup>3</sup> /km)	

PEC FOGGIA					
TIPO DI RIPARTIZIONE		USI FINALI	FONTE DATI	DATI	NOTE
SETTORI	Residenziale	Termici	Censimento della popolazione e delle abitazioni ISTAT al 2001 Elaborazioni AmbientItalia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Numero edifici</li> <li>Numero abitazioni</li> <li>Numero abitazioni occupate</li> <li>Popolazione</li> <li>Superficie totale occupata</li> </ul> Trasmittanze medie definite in base a: <ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo di elemento edilizio</li> <li>Numero di piani</li> <li>Epoca di costruzione dell'edificio</li> <li></li> </ul>	Il calcolo del fabbisogno termico degli edifici, per classe d'epoca e tipologia edilizia, è stato condotto seguendo la metodologia UNI EN 832. Per la valutazione dei consumi è stato ipotizzato un rendimento medio stagionale degli impianti termici per il riscaldamento degli edifici pari a $\eta=0,75$ . I risultati ottenuti sono stati suddivisi in base agli usi: riscaldamento, acqua calda sanitaria, fabbisogno di gas per uso energia.
		Elettrici	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dati di consumo medio specifico risultanti da analisi statistiche effettuate dall'Enel su scala nazionale</li> <li>Dati di vendita di apparecchiature elettriche rilevati in punti vendita italiani.</li> <li>Database predisposto dall'IFR Italia contenente i dati di consumo e le caratteristiche dei singoli modelli di frigocongelatori, lavabiancheria e lavastoviglie presenti sul mercato italiano al giugno 1995, e fino a gennaio del triennio 1997 – 1999</li> <li>Database relativo a frigoriferi e congelatori riportato nella rivista "Apparecchi elettrodomestici" per i prodotti del 1998.</li> <li>Dati di consumo, provenienti dall'ENEA, dei singoli modelli di frigocongelatori, lavabiancheria e lavastoviglie presenti sul mercato italiano al 1991, 1993, e 1998.</li> <li>Dati risultanti dalle elaborazioni effettuate da Ambiente Italia per i Piani Energetici di diversi Comuni italiani, in relazione ai consumi per refrigerazione, lavaggio biancheria e stoviglie, illuminazione, apparecchiature elettroniche, acqua</li> </ul>	I consumi elettrici complessivi del settore residenziale sono stati ripartiti secondi gli usi finali: <ul style="list-style-type: none"> <li>Refrigerazione</li> <li>Lavaggio</li> <li>Illuminazione</li> <li>Apparecchi elettronici</li> <li>Scaldacqua elettrico</li> <li>Ferro da stiro</li> <li>Stufa elettrica</li> <li>Condizionatore</li> <li>Altre applicazioni</li> </ul>	



			calda e sanitaria, riscaldamento ambienti e condizionamento		
	Terziario	Elettrici	-	Consumi elettrici complessivi	I dati sono stati disaggregati in base ai diversi settori (commercio, comunicazione e trasporti, servizi pubblici e privati, pubblica amministrazione, alberghi e ristoranti, crediti e assicurazioni ecc.). Per la disaggregazione in base agli usi finali si è potuta fare solo una stima di massima a causa della mancanza di estese analisi statistiche. Gli usi finali più consistenti sono: l'illuminazione, l'office equipment e il condizionamento
	Pubblico	Parco edilizio scolastico comunale	-	Per ogni edificio scolastico i dati necessari sono: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume</li> <li>• Superficie</li> <li>• Rapporto Superficie/Volume</li> <li>• Fattore di normalizzazione Fe</li> <li>• Consumi di combustibile</li> </ul>	Per calcolare i consumi energetici è stata utilizzata una metodologia di calcolo definita dall'ENEA e dal FIRE che si basa sul confronto fra i consumi di combustibile effettivamente misurati durante un anno solare, nell'ambito dell'edificio, e delle classi di consumo di riferimento calcolati su un significativo campione di edifici scolastici nazionali suddivisi per tipologie.
	Trasporti	-	Piano Energetico Regionale ACI Ministero delle Infrastrutture	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Numero di veicoli ed autovetture presenti nel Comune di Foggia</li> <li>• Tasso di motorizzazione nel Comune di Foggia</li> <li>• Numero di autoveicoli per tipo di alimentazione (benzina, metano, gasolio ecc) e per classificazione EURO</li> </ul>	-

<b>PEC PIACENZA – (Bilancio energetico per il periodo 1996 – 2003)</b>				
<b>TIPO DI RIPARTIZIONE</b>	<b>FONTE DATI</b>	<b>DATI</b>	<b>NOTE</b>	
Vettori energetici	Gas Naturale	Camuzzi S.p.A ENEL Gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumi di gas naturale</li> <li>Numero utenti allacciati alla rete</li> </ul>	È stato calcolato il consumo di gas per utente e per diverso settore di utilizzo (Civile residenziale, Civile terziario, Industria, Autotrazione).
	Energia Elettrica	ENEL	Consumi di energia elettrica suddivisi per settore (Agricoltura, Domestico, Terziario, Industria)	Poiché a seguito della liberalizzazione del mercato energetico sono entrati nel commercio altri operatori che producono e distribuiscono energia elettrica, i dati successivi al 2000 sono stati ricavati rapportando per i diversi settori di utilizzo il consumo comunale di elettricità a quello provinciale.
	Gasolio	Fornitori di Gasolio per gli impianti termici Ministero dell'Agricoltura Relazione della Camera di Commercio di Piacenza (per i consumi di gasolio nel settore agricoltura)	Consumi complessivi di gasolio su base comunale per gli impianti termici e su base provinciale per il settore agricoltura.	Per il settore industriale, poiché i dati relativi al consumo totale di gasolio sono disponibili solo per la metà degli impianti termici presenti nel Comune si è usata questa procedura: sulla base dei dati disponibili si è calcolato l'erogato medio degli impianti appartenenti a quel settore, e, estendo tale valore medio anche a quegli impianti per i quali non si avevano a disposizione dati, si è stimato il consumo totale annuo relativo a ciascun settore d'attività. Per il settore agricoltura, per risalire al dato comunale, è stato necessario procedere ad una stima utilizzando il dato sulla percentuale di Superficie Agricola Utilizzata nel Comune di Piacenza
	Olio combustibile	Impianti produttivi presenti nel Comune	Sono presenti i dati relativi al consumo di olio combustibile solo per alcuni degli impianti presenti nel Comune	Si sono presi in considerazione i consumi di gas naturale delle industrie per le quali è noto il consumo di olio combustibile ed è stato calcolato il valore percentuale che i consumi di olio combustibile di tali industrie rappresentavano sul consumo di gas naturale dell'intero settore industriale. Supponendo anche per l'olio combustibile la stessa percentuale di consumo si è risalito al consumo totale di olio

				combustibile da parte dell'intero comparto industriale.
	Trasporti	Assessorato Attività Produttive Emilia-Romagna TEMPI Agenzia S.p.A (per il trasporto pubblico)	Consumi di carburante (Benzina, Gasolio, Gpl) Consumi di gas naturale (dati su scala provinciale)	Per stimare l'andamento dei consumi di metano nel territorio comunale si è supposto costante il rapporto tra l'erogato nel Comune e nella Provincia

PEC VENEZIA – (Bilancio energetico per il periodo 1990 - 2000)						
TIPO DI RIPARTIZIONE		USI FINALI	FONTE DATI	DATI	NOTE	RIPARTIZIONE PER USI FINALI E TERRITORIALE
Settore e Residenziale	Termici	Italgas (per i consumi di gas naturale) Bollettino Petrolifero del Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato	I dati sui consumi di gas naturale sono suddivisi per classi contrattuali T1 (cucina e riscaldamento) T2 (riscaldamento individuale) T3 (riscaldamento centralizzato). Per gli altri vettori energetici sono presenti i dati sulle vendite a livello provinciale.	I contratti T3 sono stati rivisti in considerazione del fatto che in molti casi parte della volumetria riscaldata è adibita ad un uso diverso dal residenziale, quale il terziario. Per questo motivo si sono stimati i consumi derivanti da questo settore e sono stati sottratti ai complessivi, in modo da ottenere una stima dei consumi del solo settore residenziale I quantitativi di gasolio consumati sono stati ricavati nell'ipotesi che questi servano le abitazioni non servite dal gas. Il numero di queste abitazioni è stato ricavato in base alla differenza tra le utenze servite da gas ed il numero complessivo di utenze derivato dal numero di contratti di energia elettrica per uso abitativo. Ad ogni utenza è stato attribuito un consumo pari al consumo medio per utenza di gas naturale. Per quanto riguarda il GPL, si sono considerate le vendite a livello provinciale opportunamente riscalate al livello comunale in base al numero di abitanti. Dal momento che il valore così ottenuto contempla tanto gli usi nel residenziale che nel terziario, si è utilizzata una ripartizione paritaria tra i due settori.	Si ritiene che la maggior parte dei consumi è attribuibile al riscaldamento, mentre in parte minore sono attribuibili al riscaldamento dell'acqua e alla cottura dei cibi. Una stima dei combustibili dedicati a tali usi è stata calcolata in base ad un consumo medio giornaliero per abitante di acqua calda e ad un valore di consumo annuo per famiglia per quanto riguarda l'uso cucina. La ripartizione territoriale dei consumi è stata effettuata calcolando il fabbisogno energetico degli edifici a partire da dati riguardanti le caratteristiche geometriche degli edifici, le epoche di costruzione e i valori medi delle caratteristiche termo fisiche (trasmittanze disaggregati per le parti costituenti l'involucro)	
	Elettrici	ENEL	Consumi di energia elettrica in termini di numero di utenze e consumi associati e dati sui consumi riguardanti gli usi generali alla residenza (Illuminazione, parti comuni, ascensori, pompe per gli impianti centralizzati di riscaldamento)	-	La ripartizione in usi finali è stata ottenuta incrociando il dato di diffusione delle diverse apparecchiature presso l'utenza e il consumo medio delle apparecchiature installate. La ripartizione territoriale per singolo quartiere è stata effettuata	

						proporzionalmente al numero di famiglie residenti, attribuendo ad ognuna di esse un consumo simile.
Terziario	Termici				Per quanto riguarda i consumi di gas naturale si sono sommati ai consumi delle utenze autonome del settore terziario i consumi di utenze terziarie che si trovano in edifici ad uso prevalentemente residenziale (con contratti di tipo T3) I quantitativi di gasolio consumati nel terziario sono stati ricavati utilizzando la stessa ripartizione tra combustibili presente nel residenziale. Per quanto riguarda il GPL si è utilizzata una quota pari a quella del residenziale.	Sono stati presi in considerazione i tre settori principali: commercio, alberghi e pubblico esercizio, istruzione. La metodologia usata per effettuare la ripartizione territoriale dei consumi è la stessa usata per il settore residenziale; in particolare si sono assunti gli stessi consumi specifici e da questi si sono ricavati i consumi.
	Elettrici	ENEL	Consumi disaggregati per attività economiche (Trasporti, Comunicazioni, Commercio, Alberghi e Ristoranti, Credito ed Assicurazioni, Pubblica Illuminazione, Altri Servizi)	Per la categoria commercio sono stati considerati i consumi specifici per unità di superficie dell'attività e i consumi mensili. Nel caso della categoria alberghi e pubblici esercizi i consumi di energia elettrica sono confrontati con il numero di presenze al variare dei mesi. Per la categoria istruzione il dato dei consumi è stato raffrontato con l'informazione sul numero di alunni/studenti.	Per la ripartizione secondo gli usi finali è stata fatta solo una stima di massima, perché mancano completamente i dati di diffusione delle apparecchiature. Sono riportati le distribuzioni stimate per le tipologie di lampade e di apparecchi per uffici.	
	Attività Produttive	Termici	SNAM Singole Industrie	Consumi di gas naturale disaggregati in base alla categoria produttiva. Per ogni categoria produttiva sono inoltre presenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo specifico per addetto</li> <li>• Numero di unità di locali</li> <li>• Numero di addetti</li> </ul>	L'unico vettore energetico considerato è il gas naturale. La ripartizione a livello cittadino è stata ottenuta attraverso il numero di addetti.	-
Elettrici		ENEL Singole Industrie	Consumi disaggregati secondo le categorie produttive	-	-	

## 22 Appendice A-II - Classificazione delle strade

La classificazione delle strade deve avvenire in sintonia con quanto riportato nei provvedimenti di legge di seguito elencati:

- *Decreto Legislativo 30/04/1992, n. 285 – “Nuovo codice della strada.”, pubblicato sulla “Gazzetta Ufficiale - Serie generale” n. 114 del 18 maggio 1992 (Supplemento ordinario n. 74);[1].*
- *Comunicato Ministeriale LL. PP. del 12/04/1995 – “Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale – Serie generale n. 146 del 24 giugno 1995 ( Suppl. ordinario n. 77). Direttive emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici in attuazione dell’art.36 del D.Lgs.30 aprile 1992, n.285;[4].*
- *Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5/11/2001 n. 6792 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale – Serie Generale del 04/01/2002 n. 3 (Suppl. Ordinario n. 5);*
- *Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 22/04/2004 “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»”, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale 25/06/2004 n. 147;[6].*
- *Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 19/04/2006 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali ”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale - Serie Generale n. 170 del 24/07/2006.*

Ai fini dell'applicazione delle norme previste dal Dlgs n.285 (Nuovo Codice della Strada) con il termine "strada" viene definita l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali. Le strade, secondo il Codice della Strada, sono classificate, riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali, nei seguenti tipi.

**A - Autostrade;**

**B - Strade extraurbane principali;**

**C - Strade extraurbane secondarie;**

**D - Strade urbane di scorrimento;**

**E - Strade urbane di quartiere;**

**F - Strade locali.**

Successivamente, il Ministero, con il provvedimento del 12 aprile 1995, introduce la classificazione di altri tipi di strade che si possono trovare in ambito urbano, con funzione e caratteristiche intermedie rispetto ai tipi precedentemente indicati, quali:

- **strade di scorrimento veloce**, intermedie tra le autostrade e le strade di scorrimento;
- **strade interquartiere**, intermedie tra quelle di scorrimento e quelle di quartiere;
- **strade locali interzonali**, intermedie tra quelle di quartiere e quelle locali, quest’ultime anche con funzioni di servizio rispetto alle strade di quartiere.

### Classificazioni illuminotecniche delle strade

La Norma UNI EN 13201-2 del settembre 2004, che recepisce la norma EN 13201-2 – Road Lighting –Part 2: Performance requirements (del novembre 2003, con correzioni introdotte il 3 dicembre 2003), definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti di illuminazione per l’illuminazione delle strade indirizzata alle esigenze di visione degli utenti e considera gli aspetti

ambientali dell'illuminazione stradale. In essa sono contenute tabelle con le **classi illuminotecniche** definendone le caratteristiche previste per le seguenti tipologie di strade:

- **Classi ME - Strade con traffico motorizzato** (manto stradale asciutto):  
Definiscono le luminanze del manto stradale.
- **Classi MEW - Strade con traffico motorizzato** (manto stradale asciutto/umido):  
Definiscono le luminanze del manto stradale.
- **Classi CE - Strade conflittuali con traffico misto**  
Definiscono gli illuminamenti orizzontali di aree di conflitto come strade commerciali, incroci principali, rotatorie, sottopassi pedonali.
- **Classi S - Strade pedonali e ciclabili:**  
Definiscono gli illuminamenti orizzontali per strade e piazze pedonali, piste ciclabili, parcheggi,...
- **Classi A - Strade pedonali e ciclabili:**  
Definiscono gli illuminamenti emisferici.
- **Classi ES – Strade pedonali**  
Definiscono gli illuminamenti semicilindrici. Favoriscono la percezione della sicurezza e la riduzione della propensione al crimine.
- **Classi EV – Strade in presenza di superfici verticali**  
Definiscono gli illuminamenti verticali.  
Favoriscono la percezione di piani verticali, in passaggi pedonali, caselli, svincoli.

Vengono presentate di seguito alcune tabelle (Tabella 2, 3, 4 e 5) riprese dalla Norma UNI EN 13201-2:2003 ("Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti Prestazionali") relative alle principali categorie di illuminazione: ME, CE, S e alla classe addizionale EV, come sopra specificate, rimandando alla norma stessa per ogni completamento e dettaglio [40].

**Tabella 2-Serie ME di classi di illuminazione (da Norma UNI EN 13201-2:2004)**

Classe di illuminazione	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto			Abbagliamento debilitante TI [%] (max)	Illuminazione aree circostanti SR (***) (minima)
	L media [cd/m <sup>2</sup> ] (minima mantenuta)	U <sub>0</sub> (*) (minimo)	U <sub>l</sub> (**) (minimo)		
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	-

\* U<sub>0</sub> = Uniformità globale - Rapporto tra illuminamento/luminanza minima e media su un tratto stradale significativo.

\*\* U<sub>l</sub> = Uniformità longitudinale - Rapporto tra illuminamento/luminanza minima e massima lungo la mezzera di ciascuna corsia.

\*\*\* Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata.

**Tabella 3-Serie CE di classi di illuminazione (da Norma UNI EN 13201-2:2004)**

Classe di illuminazione	Illuminamento orizzontale		Abbagliamento debilitante
	E medio [lux] (minimo mantenuto)	U <sub>o</sub> (minimo)	TI [%] (max)
CE0	50	0,4	10
CE1	30	0,4	10
CE2	20	0,4	10
CE3	15	0,4	10
CE4	10	0,4	15
CE5	7,5	0,4	15

**Tabella 4-Serie S di classi di illuminazione (da Norma UNI EN 13201-2:2004)**

Classe di illuminazione	Illuminamento orizzontale		Abbagliamento debilitante
	E medio [lux] (minimo mantenuto)	E minimo [lux] (mantenuto)	TI [%] (max)
S1	15	5	15
S2	10	3	15
S3	7,5	1,5	15
S4	5	1	20
S5	3	0,6	20
S6	2	0,6	20
S7	Non determinato	Non determinato	-

**Tabella 5-Serie EV di classi di illuminazione (da Norma UNI EN 13201-2:2004)**

Classe di illuminazione	Illuminamento verticale
	E medio [lux] (minimo mantenuto)
EV1	50
EV2	30
EV3	10
EV4	7,5
EV5	5
EV6	0,5

### **Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento**

La classificazione delle strade in funzione del tipo di traffico e il corrispondente indice della categoria illuminotecnica viene definita dalla norma UNI 11248:2007 dell'ottobre 2007, che ha recentemente sostituito la norma UNI 10439-2001.

La norma in particolare individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti delle strade. Fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo, nella UNI EN 13201-2, mediante l'indicazione di una



categoria illuminotecnica. Tali categorie illuminotecniche di riferimento, per i vari tipi di strade classificate secondo la legislazione vigente, sono riportate nella seguente Tabella 6 [43].

**Tabella 6**-Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento (da Norma UNI 11248:2007)

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di riferimento
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	130-150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade	70-90	ME3a
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	ME3a
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	ME4a
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 <sup>2</sup> )	70-90	ME3a
	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	ME3a
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c
	Strade urbane di quartiere	50	
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 <sup>2</sup> )	70-90	ME3a
	Strade locali extraurbane	50	ME4b
		30	S3
	Strade locali urbane (tipi F1 e F2 <sup>2</sup> )	50	ME4b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali,...	30	CE4
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5/S3
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3
Strade locali interzonali	50		
	30		
	Piste ciclabili <sup>3</sup>	Non dichiarato	S3
	Strade a destinazione particolare <sup>4</sup>	30	

<sup>2</sup> Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n° 6792 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

<sup>3</sup> Secondo il Decreto Ministeriale 30 novembre 1999 n° 557 del Ministero dei Lavori Pubblici

<sup>4</sup> Secondo l'art. 3.5 del Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n° 6792 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

## 23 Appendice A-III – Schede d'azione

### **AREA TEMATICA: Illuminazione ed apparecchiature elettriche**

#### **SCHEDA: 1.1 - Campagna di illuminazione domestica ad alta efficienza**

##### **DESCRIZIONE**

Adozione di lampade fluorescenti compatte ad alimentazione elettronica per tutte le applicazioni domestiche ove è richiesta una forte illuminazione (cucina, angolo studio, angolo pranzo, bagno); tali dispositivi garantiscono un aumento del comfort (assenza di ronzio, di effetto stroboscopico, di sfarfallii a fine vita della lampada), un aumento della durata (fino al 50% in più) e una riduzione dei consumi energetici fino al 25% in meno rispetto all'alimentazione tradizionale a 50 Hz. Insieme alle lampade fluorescenti è previsto l'utilizzo di dispositivi di controllo per la riduzione dei consumi elettrici di illuminazione quali gli interruttori a tempo, i sensori di presenza e i sensori di illuminazione naturale.

##### **RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

RUEC Salerno

##### **REQUISITI APPLICATIVI**

Obbligatorio per edifici di nuova costruzione e per le parti comuni degli edifici residenziali. Facoltativo per edifici esistenti, consigliato in caso d'intervento di messa in sicurezza e rifacimento dell'impianto elettrico.

##### **TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

Per ridurre i consumi di energia elettrica del settore residenziale è essenziale intervenire sul settore dell'illuminazione. Si può ottenere un notevole risparmio grazie alla sostituzione delle lampade ad incandescenza con le lampade fluorescenti compatte ad alimentazione elettronica. La diffusione di tali lampade non è molto elevata sia a causa dei costi iniziali più alti, sia per una scarsa informazione, sebbene i vantaggi economici derivanti dall'adozione di adeguate soluzioni tecnologiche sono stati messi in evidenza da tutte le più grandi case produttrici di prodotti per l'illuminazione: le lampade tradizionali a incandescenza hanno una durata di mille ore, mentre quelle fluorescenti compatte hanno una durata dieci volte maggiore. Più luce con meno potenza assorbita e maggior durata, assieme ai benefici ambientali che ne derivano, sono i vantaggi evidenti per i consumatori.

L'obiettivo di questa azione è favorire la penetrazione capillare di lampade ad alta efficienza nel settore domestico, attraverso una campagna informativa. Le esperienze effettuate in altre città mostrano che per una buona riuscita dell'iniziativa, oltre ad una buona campagna pubblicitaria, occorre il coinvolgimento attivo di diversi attori (associazioni dei consumatori e/o ambientaliste, rivenditori, produttori, fornitori di energia elettrica). La campagna informativa potrebbe svolgersi in concomitanza con quella per gli elettrodomestici ed avere una durata di 3-4 mesi. I distributori e produttori saranno invitati a presentare sconti ed offerte speciali in coincidenza con la campagna.

L'azione dovrà essere realizzata secondo le seguenti fasi:

stipula di un accordo volontario con le associazioni di categoria, gli esercizi commerciali e i produttori interessati per la realizzazione della campagna promozionale;  
preparazione della campagna di promozione attraverso idonei strumenti informativi ed informatici;  
monitoraggio e diffusione dei risultati, con produzione di idoneo materiale informativo.

Per riuscire a coinvolgere una quota significativa della popolazione è necessario che la campagna sia affiancata da investimenti pubblicitari autonomi dei distributori e produttori. E' inoltre auspicabile una riproposizione periodica della campagna con una cadenza di 4-5 anni. Insieme all'utilizzo di queste lampade si consiglia l'utilizzo di dispositivi che permettano di controllare i consumi di energia dovuti all'illuminazione, quali interruttori locali, interruttori a tempo, controlli azionati da sensori di presenza, controlli azionati da sensori di illuminazione naturale. In particolare, nelle parti comuni degli edifici residenziali è obbligatoria l'installazione di interruttori crepuscolari o a tempo.

**NOTE ED OSSERVAZIONI**

Oltre al risparmio energetico l'utilizzo di queste lampade consente anche di ottenere un'abbassamento della potenza di picco serale invernale.

**AREA TEMATICA: Illuminazione ed apparecchiature elettriche****SCHEDA: 1.2 - Campagna di diffusione di elettrodomestici ad alta efficienza****DESCRIZIONE**

Si vuole favorire la diffusione di elettrodomestici (frigoriferi, lavatrici, lavastoviglie) ad alta efficienza. Uno degli strumenti messi a disposizione per scegliere in modo consapevole i prodotti è l'etichetta energetica. A seguito di diverse direttive europee vige infatti ora l'obbligo di dotare ogni elettrodomestico (frigorifero, lavatrice, lavastoviglie) di una etichetta ben visibile che deve contenere le indicazioni sulle caratteristiche tecnico-energetiche del modello ed un indicatore sintetico dell'efficienza energetica. Sono state definite a questo proposito sette classi, indicate con le lettere successive dalla A alla G, che individuano il livello dei consumi dai bassi fino agli alti. Per ogni elettrodomestico sono stati definiti dei criteri specifici per la classificazione in classi.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

Non ci sono vincoli o ostacoli normativi

**REQUISITI APPLICATIVI**

Facoltativo

**TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

Si vuole favorire la diffusione di elettrodomestici (frigoriferi, lavatrici, lavastoviglie) ad alta efficienza. Uno degli strumenti messi a disposizione per scegliere in modo consapevole i prodotti è l'etichetta energetica. A seguito di diverse direttive europee vige infatti ora l'obbligo di dotare ogni elettrodomestico (frigorifero, lavatrice, lavastoviglie) di una etichetta ben visibile che deve contenere le indicazioni sulle caratteristiche tecnico-energetiche del modello ed un indicatore sintetico dell'efficienza energetica. Sono state definite a questo proposito sette classi, indicate con le lettere successive dalla A alla G, che individuano il livello dei consumi dai bassi fino agli alti. Per ogni elettrodomestico sono stati definiti dei criteri specifici per la classificazione in classi.

Per favorire la diffusione di elettrodomestici ad alta efficienza si prevede la realizzazione di una campagna informativa e l'erogazione di incentivi. Deve essere previsto il coinvolgimento diretto degli esercizi commerciali presenti sul territorio comunale. L'incentivo, cui potrebbe essere aggiunto un ulteriore sconto dei distributori, dovrebbe essere vincolato ad un corretto smaltimento degli elettrodomestici dismessi, attraverso un impegno dei distributori all'assunzione dei relativi costi.

Per promuovere quest'azione i passi da seguire potrebbero essere:

Definizione degli incentivi e sostegni per la sostituzione di elettrodomestici con apparecchi ad alta efficienza e dei criteri e procedure per la loro erogazione;

stipula di un accordo volontario per l'erogazione degli incentivi con le associazioni di categoria, gli esercizi commerciali e i produttori di energia interessati;

realizzazione di una campagna promozionale in collaborazione con i soggetti aderenti all'accordo;

monitoraggio e diffusione dei risultati, con produzione di idoneo materiale informativo.

**NOTE ED OSSERVAZIONI**

Oltre al risparmio energetico si prevede una riduzione della potenza richiesta sulla rete elettrica e un risparmio di acqua potabile grazie all'utilizzo di lavabiancheria e lavastoviglie a basso consumo.

**AREA TEMATICA: Interventi di risparmio energetico negli edifici****SCHEDA: 2.1 - Orientamento dell'edificio****DESCRIZIONE**

Il corretto orientamento degli edifici contribuisce sia al risparmio energetico sia al miglioramento delle condizioni di comfort per l'utenza. L'orientamento dell'edificio, infatti, è in grado di diminuire sensibilmente le richieste energetiche necessarie al riscaldamento nei mesi invernali sfruttando l'apporto energetico del soleggiamento invernale, e, viceversa, durante i mesi più caldi il soleggiamento è ridotto al minimo; inoltre grazie all'integrazione del "sistema del verde" è possibile controllare l'apporto energetico derivante dal soleggiamento estivo.

Il corretto orientamento dell'edificio, inoltre, deve considerare le ombre portate dagli edifici limitrofi e anche delle influenze dei venti principali, soprattutto per la protezione da quelli tipicamente invernali.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

L. 10/91, Dlgs 192/05, Dlgs 311/06, Regolamento edilizio Regione Campania

**REQUISITI APPLICATIVI**

Questa azione è obbligatoria per gli edifici di nuova costruzione, a meno che l'area oggetto di edificazione non sia soggetta a particolari vincoli di natura morfologica. È possibile concedere una deroga se il progettista redige una relazione tecnica nella quale dimostra che la soluzione proposta garantisce le stesse prestazioni energetiche che si avrebbero nel caso di corretta esposizione dell'edificio.

**TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

In assenza di documentati impedimenti di natura tecnica e funzionale, gli edifici di nuova costruzione devono essere posizionati con l'asse longitudinale principale in direzione Est - Ovest con una tolleranza di 45° e le interdistanze fra edifici contigui all'interno dello stesso lotto devono garantire, nelle peggiori condizioni stagionali (21 dicembre) il minimo ombreggiamento possibile sulle facciate.

La corretta esposizione dell'edificio al Sole, e quindi all'illuminazione naturale, consente di ottenere un risparmio energetico legato alla minore necessità di luce artificiale, ma soprattutto un aumento notevole della qualità della luce e del comfort dell'utenza. Al corretto orientamento dell'edificio deve corrispondere una corretta progettazione degli elementi interni; in particolare gli ambienti nei quali si svolge la maggior parte della vita abitativa devono essere disposti a Sud - Est, Sud e Sud - Ovest, conformemente al loro fabbisogno di Sole. Gli spazi che hanno meno bisogno di riscaldamento e di illuminazione, quali, ad esempio, box, ripostigli, lavanderie e corridoi, devono essere disposti lungo il lato Nord e servire da cuscinetto fra il fronte più freddo e gli spazi più utilizzati.

**NOTE ED OSSERVAZIONI**

Questa azione non comporta alcun costo aggiuntivo, ma solo una maggiore cura e attenzione nella fase di progettazione.

Le verifiche per questo requisito possono essere fatte in fase progettuale tramite l'uso di maschere di ombreggiamento (costruite mediante diagramma solare o assonometria solare o goniometro solare); l'utilizzo della progettazione CAD semplifica enormemente questa valutazione consentendo di visualizzare e misurare le superfici illuminate dal Sole nelle ore stabilite. Un vincolo a quest'azione potrebbe essere rappresentato dal regolamento urbanistico comunale.

<b>AREA TEMATICA: Interventi di risparmio energetico negli edifici</b>
<b>SCHEDA: 2.2 - Geometria dell'edificio</b>
<b>DESCRIZIONE</b> Per garantire una riduzione delle dispersione termiche verso l'esterno, l'edificio deve essere caratterizzato da un basso rapporto Superficie/Volume.
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI</b> L. 10/91, Dlgs 192/05, Dlgs 311/06, Regolamento edilizio Regione Campania
<b>REQUISITI APPLICATIVI</b> Obbligatorio per edifici di nuova costruzione
<b>TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE</b> Il fabbisogno energetico di un edificio, a parità di volume (V), decresce progressivamente con il decrescere della superficie disperdente, ovvero della superficie che delimita verso l'esterno oppure verso ambienti non riscaldati, il volume riscaldato. Per garantire una riduzione delle dispersione termiche verso l'esterno, l'edificio deve essere caratterizzato da un basso rapporto S/V. In particolare, per gli edifici residenziali, questo rapporto non deve essere maggiore di 0,6; per gli altri edifici, invece, non deve superare 0,4. Nel caso in cui il rapporto S/V superi i limiti indicati, il progettista dovrà dimostrare che tale scelta non inficia il contenimento dei consumi energetici dell'involucro.
<b>NOTE ED OSSERVAZIONI</b> Questa azione deve essere un parametro di riferimento che sia da guida nella fase progettuale della struttura edilizia, ma non deve essere un vincolo nella fase di ideazione della struttura.

**AREA TEMATICA: Interventi di risparmio energetico negli edifici**

**SCHEDA: 2.3 - Diminuzione delle isole di calore**

**DESCRIZIONE**

Per "isola di calore" si intende l'aumento delle temperature medie dell'aria e della temperatura media radiante delle superfici sia nelle ore diurne che in quelle notturne. Oltre all'aumento di temperatura, questo fenomeno comporta l'accentuazione della formazione di smog fotochimico e in particolare dell'ozono.

Questo fenomeno è dovuto alla cattiva progettazione delle superfici esterne degli edifici e del layout urbano; alcune cause della formazione di un'isola di calore possono essere l'uso di colorazioni scure per muri e pavimentazioni (ad esempio l'asfalto), le superfici cementate e asfaltate con scarsa presenza di vegetazione e di specchi d'acqua.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

L. 10/91, Dlgs 192/05, Dlgs 311/06, Regolamento edilizio Regione Campania

**REQUISITI APPLICATIVI**

Obbligatorio per gli edifici di nuova costruzione

**TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

Per mitigare l'effetto "isola di calore" nelle aree urbane, si possono realizzare i seguenti interventi:

Verificare che l'albedo (ovvero il coefficiente di riflessione totale) dell'involucro esterno dell'edificio e delle pavimentazioni degli spazi pubblici sia tale da permettere la riduzione delle temperature superficiali

Sfruttare il verde urbano in modo da produrre effetti sul microclima dell'area, mitigando i picchi di temperatura estiva; inoltre si sfrutta l'ombreggiamento prodotto dalle piante per controllare l'irraggiamento solare diretto sugli edifici e sulle superfici circostanti durante le diverse ore del giorno. Anche l'uso di piante rampicanti sulle facciate degli edifici consente buone riduzioni dell'assorbimento della radiazione solare in estate e una riduzione delle dispersioni per convezione in inverno. Per le coperture degli edifici è consigliata la realizzazione di tetti verdi, con lo scopo di ridurre gli effetti dovuti all'insolazione sulle superfici orizzontali. Per lo sfruttamento di questa tecnologia, deve essere garantito l'accesso per la manutenzione.

Utilizzare la "doppia pelle" (in materiale riflettente o non assorbente delle radiazioni) lungo le superfici verticali dell'involucro, in particolare lungo quelle esposte ad Est e Ovest

Utilizzare teli protettivi e/o pellicole esterne sulle superfici vetrate

Prevedere l'ombreggiamento delle zone adibite a parcheggio sfruttando la presenza di vegetazione

**NOTE ED OSSERVAZIONI**

-

**AREA TEMATICA: Interventi di risparmio energetico negli edifici****SCHEDA: 2.4 - Isolamento termico dell'involucro****DESCRIZIONE**

Allo scopo di migliorare le prestazioni energetiche dell'involucro e di ridurre il fabbisogno di energia per la climatizzazione invernale ed estiva, le componenti opache e trasparenti dell'involucro degli edifici devono avere l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale e valori di trasmittanza contenuti entro dei limiti stabiliti in base alla Zona Climatica in cui si trova l'edificio stesso e dipendenti dalla geometria dell'edificio.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

L. 10/91, Dlgs 192/05, Dlgs 311/06, Regolamento edilizio Regione Campania, RUEC Salerno

**REQUISITI APPLICATIVI**

Obbligatorio per gli edifici nuovi e per le ristrutturazioni di edifici esistenti aventi superficie maggiore di 1000 m<sup>2</sup> ad eccezione degli immobili destinati a usi particolari o soggetti al vincolo di bene culturale.

**TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

Secondo il Dlgs 192/05 e il suo aggiornamento Dlgs 311/06, per gli edifici nuovi e per gli edifici soggetti ad ampliamento o ristrutturazioni, aventi una superficie di oltre 1000 m<sup>2</sup>, l'involucro edilizio deve essere realizzato in modo da rispettare i valori massimi definiti per l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale e per la trasmittanza termica.

L'indice di prestazione energetica (EP) esprime il consumo di energia primaria totale riferito all'unità di superficie utile o di volume lordo, espresso rispettivamente in kWh/m<sup>2</sup> anno o kWh/m<sup>3</sup> anno; mentre la trasmittanza termica è il flusso di calore che passa attraverso una parete per m<sup>2</sup> di superficie della parete e per grado K di differenza tra la temperatura interna ad un locale e la temperatura esterna o del locale contiguo.

I valori limite che devono essere rispettati sono contenuti nell'allegato C del Dlgs 311/06. I valori limite dell'indice di prestazione energetica dipendono dalla Zona Climatica in cui l'edificio si trova, dalla geometria dell'edificio, in particolare dal rapporto Superficie/Volume e anche dal tipo di edificio (Residenziale o non Residenziale), mentre i valori della Trasmittanza dipendono dalla Zona Climatica e dal tipo di elementi considerati (Strutture opache verticali, Strutture opache orizzontali o inclinate quali Coperture e Pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno, Chiusure trasparenti comprensive degli infissi, Vetri).

**NOTE ED OSSERVAZIONI**

-



<b>AREA TEMATICA: Interventi di risparmio energetico negli edifici</b>
<b>SCHEDA: 2.5 - Contenimento delle dispersione per i ricambi d'aria</b>
<b>DESCRIZIONE</b> Un modo per ridurre il fabbisogno energetico degli edifici è ridurre al minimo possibile le dispersione dovute ai ricambi d'aria. Bisogna eliminare i ricambi d'aria non legati alle normali necessità fisiologiche di salubrità degli ambienti di vita e di lavoro. Negli ambienti in cui è necessario mantenere elevato il numero di ricambi d'aria per garantire la salubrità dell'ambiente bisogna installare dei recuperatori di calore.
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI</b> L. 10/91, Dlgs 192/05, Dlgs 311/06, Regolamento edilizio Regione Campania
<b>REQUISITI APPLICATIVI</b> Obbligatorio per gli edifici di nuova costruzione e per quelli soggetti a ristrutturazioni o ampliamenti
<b>TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE</b> In tutti i tipi di edifici il tasso di rinnovo dell'aria è pari a 0,25 V/h, quindi il numero di ricambi d'aria deve essere tale da garantire questo valore. Negli edifici di nuova costruzione tutti i locali ad abitazione permanente, ad esclusione, quindi, di corridoi e disimpegni, devono usufruire di aerazione naturale diretta. Nei casi in cui è necessario garantire un tasso di ricambio dell'aria maggiore, ad esempio nelle cucine e nei bagni ciechi delle abitazioni, o per esigenze di rimozione di emissioni inquinanti e/o odori, è obbligatorio l'installazione di un recuperatore di calore che sia in grado di recuperare almeno il 50% dell'energia termica in uscita.
<b>NOTE ED OSSERVAZIONI</b> -

**AREA TEMATICA: Interventi di risparmio energetico negli edifici****SCHEDA: 2.6 - Serre solari****DESCRIZIONE**

La serra solare è un sistema di accumulo energetico. La serra solare è uno spazio chiuso, separato dall'ambiente esterno mediante pareti vetrate e collegato alla costruzione con aperture, eventualmente apribili; un sistema molto comune per realizzare delle serre solari riguarda la creazione di ambienti vetrate accostati alla parte esterna dell'edificio. Tale tipologia d'intervento è coerente con quanto previsto dai Dlgs 192/05 e Dlgs 311/06 di non considerare nel calcolo della volumetria utile i componenti bioclimatici addossati o integrati all'edificio.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

L. 10/91, Dlgs 192/05, Dlgs 311/06, Regolamento edilizio Regione Campania, RUEC Salerno

**REQUISITI APPLICATIVI**

Raccomandato nelle nuove costruzioni e nelle aree residenziali già esistenti.

**TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

Secondo quanto stabilito dai Dlgs 192/05 e 311/06 è possibile prevedere la chiusura con una vetrata trasparente per le logge e le terrazze, purchè tale chiusura non crei un nuovo locale riscaldato o abitabile (cioè il volume aggiunto deve essere un volume tecnico); inoltre questo tipo di intervento deve essere realizzato allo scopo di ottenere un risparmio energetico che deve essere certificato con una relazione tecnica. La serra solare è una struttura che ha proprio queste caratteristiche.

La serra solare è uno spazio chiuso, separato dall'ambiente esterno mediante pareti vetrate e collegato alla costruzione con aperture, eventualmente apribili; la copertura può essere vetrata o opaca a seconda delle latitudine e delle esigenze termiche richieste in fase di progettazione. Le serre solari possono essere realizzate, quando possibile, sia davanti ad un muro accumulatore sia davanti ad una parete vetrata. Nel secondo caso la realizzazione della serra fa sì che la struttura riesca a trattenere le dispersioni termiche dovute alla parete vetrata.

La serra combina le caratteristiche del guadagno diretto con quelle del muro ad accumulo. Infatti, essendo direttamente riscaldata dai raggi del sole, funziona come un sistema a guadagno diretto, in cui l'ambiente adiacente ad essa riceve il calore dal muro termoaccumulatore. La radiazione solare viene, cioè, assorbita dal muro di fondo della serra, convertita in calore, ed una parte di quest'ultimo viene poi trasferita all'edificio. È preferibile che le vetrate della serra siano sempre apribili per garantire la regolazione della temperatura sia in estate che in inverno.

**NOTE ED OSSERVAZIONI**

Nella progettazione di una serra solare si dovrà tenere in considerazione:

la serra deve essere orientata verso sud, con una tolleranza di più o meno 30-40 gradi. Sono assolutamente da evitare gli orientamenti Est ed Ovest che provocherebbero surriscaldamenti difficili da controllare ed eliminare. Un'esposizione a Nord non pone, ovviamente, problemi di surriscaldamento, ma comporta che nei mesi invernali le radiazioni solari che raggiungono la serra saranno in quantità molto limitate;

la serra deve essere ventilabile. Per evitare il surriscaldamento nelle stagioni intermedie e soprattutto d'estate, l'aria calda, che si forma all'interno della serra, deve essere espulsa e sostituita con aria esterna. Di conseguenza, la struttura della serra deve essere quanto più possibile apribile, consentendo un'accentuata variabilità di assetto: da molto chiuso in inverno

a molto aperto in estate (in questa stagione si può prevedere anche la temporanea dismissione degli infissi vetrati);

la serra dovrebbe essere munita di schermature mobili per la protezione delle superfici trasparenti, in particolare quelle orizzontali e quelle verticali con esposizione ovest, dai raggi solari nei periodi caldi. Tali schermature possono essere di moltissimi tipi quali tende, veneziane, pannelli, vegetazione. Affinché siano efficaci, è opportuno che siano collocate all'esterno delle superfici trasparenti e che siano di colore chiaro. Per assicurare un buon comportamento termico e per ridurre il pericolo di condensa superficiale è raccomandabile l'uso di vetro camera.

I telai possono essere realizzati in vari materiali, come per le finestre. Sempre per ridurre le dispersioni di calore ed i problemi di condensa è consigliabile l'utilizzo di profili con taglio termico;

la copertura della serra costituisce la parte più delicata dell'intero sistema: le superfici orizzontali sono quelle che ricevono la maggiore quantità di radiazioni solari nei mesi estivi e quindi devono essere schermate e possibilmente apribili. La schermatura si può ottenere mediante tende da sole avvolgibili, che scorrono su guide appoggiate alla struttura, all'esterno delle lastre trasparenti. Per consentire il deflusso delle acque piovane la copertura non potrà essere orizzontale, ma presentare un'inclinazione verso il bordo esterno, dove sarà presente una gronda di raccolta. Nel caso di pannelli scorrevoli se il movimento è attuato manualmente, tale inclinazione non dovrà superare il 5-6 %. Nel caso di movimentazione motorizzata si potranno utilizzare anche inclinazioni maggiori.

**AREA TEMATICA: Interventi di risparmio energetico negli edifici****SCHEDA: 2.7 - Certificazione energetica degli edifici****DESCRIZIONE**

La certificazione energetica non è un'azione di carattere tecnologico, ma è un'azione informativa rivolta a sensibilizzare l'utente sulla qualità energetica del corpo edilizio. Si tratta di un'azione condotta nell'interesse del consumatore e dell'intera collettività, nel caso in cui si ottenga una effettiva riduzione dei consumi attraverso azioni di riqualificazione energetica oppure nel caso in cui il mercato immobiliare si orienti verso modelli edilizi meno dissipativi. E' un'azione in grado di valorizzare la qualità dell'edificio e stimolare una "competizione virtuosa" in grado di modificare il mercato immobiliare a costo minimo.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

L. 10/91, Dlgs 192/05, Dlgs 311/06, Regolamento edilizio Regione Campania, Regolamenti sulla certificazione energetica, RUEC Salerno

**REQUISITI APPLICATIVI**

Obbligatorio per gli edifici di nuova costruzione e per le ristrutturazioni di edifici di superficie utile superiore ai 1000 m<sup>2</sup>. Obbligatorio da luglio 2007 nel caso di vendita o locazione di edifici di superficie utile superiore ai 1000 m<sup>2</sup>. Obbligatorio da luglio 2008 per vendita o locazione di edifici di superficie utile inferiore ai 1000 m<sup>2</sup>. Obbligatorio da luglio 2009 per vendita e locazione di singole unità immobiliari.

**TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

Con la certificazione energetica si assegna una classe di merito che definisce in modo sintetico le prestazioni energetiche dell'edificio, tenendo conto sia delle caratteristiche dell'involucro sia delle dotazioni impiantistiche dell'edificio.

Gli obiettivi della Certificazione energetica degli edifici sono i seguenti:

- definire un indicatore del consumo energetico dell'edificio nell'interesse dell'utente;
- rendere più trasparenti i rapporti con i fornitori di energia e di servizi energetici;
- identificare gli edifici che necessitano di interventi diagnostici più approfonditi;
- fornire elementi sulla necessità di prevedere i primi interventi di risparmio energetico.

La certificazione, inoltre, rappresenta un elemento importante per la pianificazione degli interventi di manutenzione straordinaria sia sugli edifici sia sugli impianti, considerando anche azioni finalizzate al risparmio energetico o per gestire in modo più efficiente contratti di fornitura di servizi energetici con finanziamento da parte di terzi.

La certificazione energetica può influenzare anche il mercato immobiliare; in futuro, due edifici apparentemente simili potranno avere valori immobiliari molto differenti, proprio in funzione della qualità energetica attestata con la certificazione. Questo dovrebbe aiutare a puntare sulla qualità energetica proprio per avere un "plus" da proporre.

L'attestato di certificazione energetica dell'edificio, nell'esperienza comune acquisita finora, richiede una valutazione complessiva delle prestazioni energetiche esprimibile attraverso un confronto con livelli di riferimento in modo da rendere più immediata la percezione della "qualità energetica" raggiunta dall'edificio. Il modo più ovvio per esprimere questa valutazione è attraverso delle "classi", in modo analogo a quanto si fa per gli elettrodomestici.

Per la definizione delle classi di qualità energetica si fa normalmente riferimento ad una distribuzione statistica dei consumi negli edifici attuali. In questo caso le classi d'efficienza energetica si possono distribuire in modo uniforme attorno al valore medio, in modo da incentivare il miglioramento della classe agli edifici collocati nella situazione intermedia.

Una soluzione alternativa è quella di fare coincidere la classe migliore con quella raggiungibile attraverso le migliori tecnologie presenti sul mercato, con un'eventuale classe "plus" nel caso di adozione di materiali ecologici per la costruzione dell'edificio, per poi distribuire le classi inferiori facendole corrispondere a livelli peggiori di prestazioni. In questo modo si tende a favorire lo sforzo a realizzare edifici di ottime prestazioni, comprimendo però le classi medie e quelle più basse.

La classe energetica di appartenenza di ogni edificio sarà funzione dell'isolamento termico, delle caratteristiche tecniche e di installazione, della geometria e della posizione in relazione agli aspetti climatici, all'esposizione, alla propria capacità di generazione di energia e di altri fattori che considerino i seguenti aspetti:

- caratteristiche termiche e di permeabilità dell'edificio;
- impianti di riscaldamento e di produzione dell'acqua calda sanitaria;
- impianti di climatizzazione;
- impianti di ventilazione;
- impianti di illuminazione;
- posizione ed orientamento dell'edificio;
- sistemi solari passivi e di protezione dalla radiazione solare;
- illuminazione naturale e ventilazione naturale;
- qualità dell'ambiente interno.

L'efficienza energetica di un edificio deve comprendere l'indicatore dell'emissione di CO<sub>2</sub>. Il certificato deve prevedere valori di riferimento per rendere possibile una verifica ed un confronto dell'energia consumata, ed eventualmente l'elenco delle misure consigliate per il miglioramento dell'efficienza energetica.

### **NOTE ED OSSERVAZIONI**

Nel caso che la certificazione evidenziasse l'appartenenza ad una classe sotto a una soglia minima, si dovrebbe prevedere l'obbligo di sottoporre l'edificio ad un audit energetico al fine di individuare con maggior precisione gli interventi minimi necessari per riportare l'efficienza energetica dell'edificio sopra il livello minimo; tali interventi potrebbero essere resi vincolanti dall'amministrazione locale, stabilendo un'adeguata procedura nel regolamento edilizio.

La strategia da adottare potrebbe consistere nella verifica delle direttive comunitarie in materia e nell'estensione della certificazione energetica dapprima agli edifici pubblici e in seguito al parco edilizio privato.

**AREA TEMATICA: Impianti termici****SCHEDA: 3.1 - Caldaie ad elevato rendimento (a condensazione)****DESCRIZIONE**

Si propone l'installazione di sistemi di produzione del calore ad alto rendimento, in particolare le caldaie a condensazione.

Il principio di funzionamento di questi impianti si basa sulla condensazione dei prodotti della combustione. Nelle caldaie di tipo tradizionale l'energia termica che si sviluppa attraverso la combustione viene trasferita all'acqua che circola nell'impianto di riscaldamento attraverso opportuni scambiatori di calore. I prodotti di combustione vengono poi espulsi dalla caldaia a temperature superiori ai 100 - 110°C. Nelle caldaie a condensazione sono presenti appositi scambiatori che permettono di raffreddare i fumi fino a temperature pari a 45-50°C alle quali il vapore condensa.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

DPR 412/93 e succ, DPR 15/11/96 n.660, Dlgs 192/05, Dlgs 311/06, Regolamento Edilizio Regione Campania

**REQUISITI APPLICATIVI**

Obbligatorio per gli edifici nuovi e in caso di sostituzione della caldaia. Negli edifici di nuova costruzione con più di quattro unità abitative è obbligatorio l'impiego di impianti di riscaldamento centralizzati con sistema di gestione e contabilizzazione dei consumi individuali.

**TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

Lo scopo di questa azione è favorire l'installazione di caldaie ad alta efficienza e in particolare di quelle a condensazione; la caldaia a condensazione, rispetto alle caldaie tradizionali ad alto rendimento, consente di recuperare il calore latente del vapore acqueo contenuto nei prodotti della combustione. I principali vantaggi di queste caldaie sono:

- maggiore rendimento per recupero del calore di condensazione particolarmente a basso carico (condizione nella quale il generatore funziona per la maggior parte dell'anno), i rendimenti risultano tuttavia particolarmente elevati anche in assenza di condensazione, poiché esse hanno minori dispersioni;
- l'efficacia dei sistemi di regolazione della temperatura di caldaia e della fiamma del bruciatore in grado di adeguare costantemente la produzione di calore alle effettive esigenze di impianto.

Mentre gli svantaggi consistono nel:

- maggiore costo di acquisto (nell'ordine del 30/40%) dell'apparecchio rispetto ad una caldaia tradizionale;
- necessità di disporre di una canna fumaria resistente all'attacco di condense;

Un impianto di questo tipo, inoltre, richiede requisiti particolari quali, ad esempio, l'installazione di un impianto di diffusione del calore a pannelli radianti; questi, infatti, hanno un funzionamento efficiente a temperature non molto elevate, mentre con i normali termosifoni sarebbe difficile ottenere un adeguato livello di comfort. Quindi è necessario che costruttori e installatori, nel proporre la soluzione tecnologica a più alta efficienza, informino gli utenti anche degli ulteriori vantaggi abbinati ad un sistema di diffusione del calore a bassa temperatura. E' possibile che l'Amministrazione Comunale, in collaborazione con le associazioni di categoria, svolga un percorso formativo in grado di diffondere capillarmente la conoscenza e i vantaggi dei dispositivi di riscaldamento ad alta efficienza. Si può prevedere di erogare un contributo a fondo perduto, unito ad un pari contributo erogato dai fornitori delle

caldaie. L'accordo volontario dovrà prevedere impegni dei fornitori e/o produttori, volti ad una politica di contenimento dei prezzi, di sconti aggiuntivi e di assistenza alla clientela. L'azione dovrà essere realizzata secondo le seguenti fasi:

- 1) definizione degli incentivi e sostegni finanziari per la sostituzione di impianti tradizionali con caldaie a condensazione, nei casi in cui non sia prevista l'obbligatorietà, e delle procedure e criteri per la loro erogazione;
- 2) sottoscrizione di un accordo volontario con i fornitori di caldaie a condensazione che preveda sconti e assistenza alla clientela;
- 3) realizzazione di una campagna informativa che preveda l'organizzazione di uno sportello informativo (sportello energia), telefonico-telematico in collaborazione con i produttori ed installatori;
- 4) monitoraggio e diffusione dei risultati, con produzione di idoneo materiale informativo.

Il risparmio energetico che si può ottenere con la sostituzione di una caldaia tradizionale con una caldaia ad alta efficienza, considerando sia il riscaldamento che la produzione di acqua calda sanitaria, si aggira attorno al 25%.

#### **NOTE ED OSSERVAZIONI**

In presenza di una rete di teleriscaldamento, o in previsione di una sua creazione, bisogna confrontare l'efficacia in termini energetico - ambientali delle diverse soluzioni impiantistiche. Si dovrà procedere allo stesso modo nel caso si consideri l'opportunità dell'installazione di pompe di calore.

**AREA TEMATICA: Impianti termici****SCHEMA: 3.2 - Pompe di calore ad elevato rendimento****DESCRIZIONE**

L'installazione di pompe di calore ad elevato rendimento rappresentano attualmente una soluzione competitiva rispetto agli altri sistemi di climatizzazione invernale. La maggior parte delle pompe di calore sono reversibili, quindi possono essere usate anche per il condizionamento estivo.

La pompa di calore funziona ad elettricità, ciò da un lato comporta la riduzione delle emissioni inquinanti locali, ma dall'altro lato comporta maggiori emissioni climalteranti; inoltre la maggiore diffusione di questi dispositivi potrebbe comportare un sovraccarico sulla rete elettrica.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

Dlgs 192/05, Dlgs 311/06

**REQUISITI APPLICATIVI**

Consigliato in tutte le nuove costruzioni e nelle ristrutturazioni di edifici esistenti non raggiunti dalla rete di gas metano.

**TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

La pompa di calore è una macchina in grado di trasferire il calore da una sorgente fredda ad una sorgente calda, invertendo il percorso che il flusso termico compie spontaneamente ed opera, quindi, in base allo stesso principio del frigorifero o del condizionatore. La pompa di calore è costituita da un circuito chiuso, percorso da un fluido frigorigeno che, a seconda delle condizioni di temperatura e di pressione in cui si trova, assume lo stato di liquido o di vapore.

L'efficienza di una pompa di calore viene misurata dal Coefficiente di prestazione o COP. Il COP è il rapporto tra l'energia fornita (ceduta al mezzo da riscaldare o da raffrescare) ed energia

elettrica consumata. Il COP è variabile a seconda del tipo di pompa di calore e delle condizioni di

funzionamento, ed ha in genere valori dell'ordine di 3 - 4 per il riscaldamento e 2 per il raffrescamento (sono più alti se la sorgente fredda è acqua).

Esistono diverse tipologie in funzione del tipo di sorgente fredda e calda usata:

- le pompe di calore aria-aria utilizzano come sorgente fredda l'aria esterna e come sorgente calda l'aria all'interno del locale dove è installata la pompa di calore;
- le pompe di calore aria-acqua utilizzano come sorgente fredda invece dell'aria esterna l'acqua (di un fiume, lago o pozzo);
- le pompe di calore acqua-acqua utilizzano l'acqua anche come pozzo caldo (di solito un serbatoio o uno scambiatore, da cui si distribuisce l'acqua nell'impianto tradizionale ad acqua della casa);
- le pompe di calore terra-acqua utilizzano come sorgente fredda il terreno, attraverso una lunga tubazione orizzontale interrata ad una profondità minima di 1,5 m, dove la temperatura del terreno resta abbastanza stabile.

La pompa di calore è la tecnologia da adottare negli edifici non raggiunti dalla rete di gas metano. In tutti gli altri casi, l'adozione di questo dispositivo, pur risultando energeticamente più efficiente di una caldaia a condensazione, va a gravare sul sistema elettrico e comporta un livello di emissioni climalteranti che può risultare superiore rispetto ad una caldaia a gas



metano. Per questo motivo è sempre necessario effettuare una valutazione energetico - ambientale che confronti tale tecnologia rispetto ad altre soluzioni ad alta efficienza.

Lo scopo di questa azione, quindi, è quella di diffondere la conoscenza tra i cittadini dell'esistenza di tali apparecchi e di far comprendere sia il potenziale risparmio sia le modalità nelle quali le pompe di calore possono essere utilizzate; inoltre non è da escludere la possibilità di offrire incentivazioni economiche per la sostituzione delle caldaie obsolete con questi dispositivi. L'azione potrebbe essere realizzata attraverso le seguenti fasi:

- 1) protocollo d'intesa con i produttori e distributori di energia e le associazioni dei soggetti interessati (installatori e possibili utenti) che definisca i contributi allo studio;
- 2) assegnazione dello studio ad un consulente esterno specializzato, che preveda l'individuazione delle attività interessate all'installazione di pompe di calore, l'esecuzione di un check-up energetico e la valutazione della fattibilità tecnico-economica;
- 3) predisposizione di una campagna informativa;
- 4) monitoraggio e diffusione dei risultati con l'invio degli stessi in primo luogo agli utenti interessati.

#### **NOTE ED OSSERVAZIONI**

Nel caso di ristrutturazioni di edifici esistenti o di nuovi edifici raggiunti dalla rete di gas metano, l'adozione di una pompa di calore va motivata attraverso uno studio energetico - ambientale che confronti tale soluzione impiantistica con le soluzioni a più alta efficienza a gas metano.

<b>AREA TEMATICA: Impianti termici</b>
<b>SCHEDA: 3.3 - Pannelli radianti e sistemi a bassa temperatura</b>
<b>DESCRIZIONE</b> Utilizzo di sistemi per la distribuzione del calore a bassa temperatura che sfruttano la trasmissione del calore per irraggiamento, quali pannelli radianti, integrati nel pavimento o nei muri, e piastre scaldanti che sostituiscono i tradizionali termosifoni.
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI</b> Dlgs 192/05, Dlgs 311/07
<b>REQUISITI APPLICATIVI</b> Obbligatorio per gli edifici nuovi e quelli oggetto di ristrutturazione in combinazione con l'uso delle caldaie a condensazione e delle pompe di calore
<b>TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE</b> L'utilizzo dei sistemi di distribuzione a bassa temperatura (pannelli radianti integrati nei pavimenti o nelle pareti dei locali da climatizzare, piastre scaldanti che sostituiscono i tradizionali termosifoni) consente di raggiungere un elevato grado di comfort, grazie allo scambio di calore per irraggiamento con cui si ottiene una distribuzione uniforme della temperatura nel pavimento, nelle pareti o nel soffitto. Inoltre si riducono anche i consumi, poichè l'aria può essere mantenuta un paio di gradi al di sotto dei valori tradizionali. Questi sistemi permettono di sfruttare a pieno le prestazioni di una caldaia a condensazione o di una pompa di calore.
<b>NOTE ED OSSERVAZIONI</b> Il sistema di raffrescamento a pannelli a volte è considerata come una soluzione non efficace per il timore di avere pavimenti o porzioni di pareti troppo caldi o che non forniscono comfort.

<b>AREA TEMATICA: Impianti termici</b>
<b>SCHEDA: 3.4 - Verifica dei fabbisogni di raffrescamento</b>
<b>DESCRIZIONE</b> La verifica dei fabbisogni di raffrescamento in sede di progettazione per gli edifici appartenenti al settore Terziario consente di limitare l'installazione non necessaria di impianti di condizionamento e il sovradimensionamento degli impianti stessi.
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI</b> Dlgs 192/05, Dlgs 311/08
<b>REQUISITI APPLICATIVI</b> Obbligatorio per gli edifici nuovi e per gli edifici oggetti di riqualificazione impiantistica appartenenti al settore terziario.
<b>TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE</b> In sede di progettazione degli edifici nuovi o oggetto di riqualificazione impiantistica bisogna effettuare la verifica dell'effettiva esigenza di installazione di un impianto di condizionamento estivo. Con questa verifica si andranno a valutare: Superficie esterna: l'involucro dell'edificio deve presentare elevate caratteristiche di isolamento e impermeabilità. Inerzia termica: l'edificio deve avere un'inerzia termica (ovvero il rapporto tra massa effettiva di stoccaggio e la superficie calpestabile) superiore a 230 kg/m <sup>2</sup> . Se sono presenti controsoffittature, ci deve essere un'apertura pari ad almeno il 15% della superficie complessiva del controsoffitto, in modo da favorire lo scambio termico convettivo. Guadagni solari: le superfici vetrate devono avere un coefficiente di trasmissione energetica inferiore a 0,15. Uso: gli spazi da raffrescare devono essere minimizzati; ad esempio bisogna concentrare le apparecchiature ad elevato fabbisogno di freddo in spazi separati. Contributi interni: il carico elettrico interno (W/m <sup>2</sup> ), dovuto all'illuminazione e alle apparecchiature presenti, deve rispettare dei limiti ben definiti a seconda dell'uso a cui è destinato l'ambiente che si sta verificando. Se i limiti indicativi vengono superati, bisognerà fornire informazioni dettagliate sui dispositivi elettrici utilizzati, per contenere il più possibile il ricorso a sistemi di raffrescamento. Comfort: la temperatura interna accettabile e l'umidità relativa dell'aria possono variare attraverso limiti stabiliti che dipendono dall'uso a cui è destinato l'ambiente che si sta verificando.
<b>NOTE ED OSSERVAZIONI</b> NB: Verificare quali sono i limiti da rispettare

<b>AREA TEMATICA: Impianti termici</b>
<b>SCHEDA: 3.5 - Condizionamento estivo con gruppi frigoriferi ad alta efficienza o ad assorbimento</b>
<b>DESCRIZIONE</b> Gli impianti di condizionamento estivo che utilizzano gruppi frigoriferi ad alta efficienza o gruppi frigoriferi ad assorbimento sono due soluzioni impiantistiche che garantiscono la riduzione dei consumi per il condizionamento estivo.
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI</b> Dlgs 192/05, Dlgs 311/09
<b>REQUISITI APPLICATIVI</b> Entrambe le soluzioni sono consigliata nel caso di installazione di nuovi impianti; in particolare i sistemi di raffrescamento ad assorbimento sono consigliati nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione o di sistemi di teleriscaldamento integrati con impianti solari termici.
<b>TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE</b> I condizionatori a compressore elettrico funzionano facendo eseguire ad un gas inerte un ciclo termodinamico frigorifero. L'efficienza elevata si può ottenere sia migliorando il compressore, sia regolandone il funzionamento attraverso un inverter. L'inverter permette di modulare la potenza erogata dalla macchina, andando a modificare il numero di giri di rotazione del compressore, in funzione della effettiva richiesta di freddo dell'ambiente. In questo modo si ottengono risparmi anche del 30% rispetto ai climatizzatori tradizionali. Attualmente sul mercato sono presenti condizionatori con livelli di efficienza molto diversi, con indici di efficienza energetica (EER, definito come rapporto tra il fabbisogno di raffrescamento e la potenza elettrica) che variano da 1,8 a 5; secondo la Direttiva europea sui condizionatori ad uso domestico, un dispositivo è di classe A se l'indice di efficienza energetica è maggiore di 3,2. I sistemi di raffrescamento ad assorbimento, invece, prelevano un fluido ad elevata temperatura (maggiore di 90°C) e tramite questo si svolge una trasformazione chimica e termodinamica ad un fluido presente all'interno (ad esempio: bromuri di lito o di ammoniaca) che consente la produzione del freddo. I sistemi ad assorbimento presentano rendimenti inferiori a quelli degli impianti con compressore elettrico; ma hanno il vantaggio di non gravare sui carichi elettrici che risultano essere particolarmente problematici nella stagione estiva.
<b>NOTE ED OSSERVAZIONI</b> La decisione di installare un condizionatore deve avvenire sempre a seguito della verifica dei reali fabbisogni di raffrescamento.

**AREA TEMATICA: Impianti termici****SCHEDA: 3.6 - Rete di Teleriscaldamento****DESCRIZIONE**

Il teleriscaldamento è un sistema di riscaldamento a distanza che consiste essenzialmente nella distribuzione, attraverso una rete di tubazioni isolate e interrato, di acqua calda, acqua surriscaldata o vapore, provenienti da una centrale di produzione, alle abitazioni e ritorno alla stessa centrale. Le centrali di produzione possono sfruttare diversi combustibili per produrre il calore necessario: gas naturale, oli combustibili, carbone, biomassa o anche rifiuti. A destinazione il fluido termovettore riscalda, attraverso uno scambiatore di calore acqua-acqua o vapore-acqua (generalmente a piastre), l'acqua dell'impianto di riscaldamento della abitazione. Lo scambiatore, che in pratica sostituisce la caldaia o le caldaie, può produrre anche acqua di uso sanitario.

La distribuzione di acqua calda è ancor più giustificata quando questa è a sua volta resa disponibile a condizioni economiche vantaggiose, sufficienti cioè a compensare i costi di investimento, di gestione e manutenzione della rete di tubazioni. Questa situazione si realizza in genere quando il calore distribuito è costituito, almeno in parte, da un sottoprodotto della produzione di energia elettrica. Si parla in questo caso di cogenerazione. La cogenerazione di energia elettrica e termica può risultare una delle opzioni più promettenti per il miglioramento del sistema energetico urbano e la riduzione delle emissioni di gas di serra.

La produzione "centralizzata" dell'energia offre vantaggi gestionali, manutentivi e di sicurezza, purchè le perdite sulla rete di distribuzione termica siano contenute e la generazione di calore segua la curva di carico termico dell'utenza. La combinazione con sistemi di regolazione e contabilizzazione individuale nell'utenza finale consente di raggiungere prestazioni energetiche complessive elevate.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

L. 10/91, Dlgs 20/2007, Direttiva Europea 2004/8/CE, Delibera Autorità 42/20, 201/04, 296/05, RUEC Salerno

**REQUISITI APPLICATIVI**

Per aree di nuova urbanizzazione è necessario verificare la disponibilità nelle zone limitrofe di una rete di TLR esistente, di potenza e temperature adeguate; in caso favorevole si rende obbligatorio l'allacciamento. Nel caso non sia presente alcuna rete di TLR è necessario formulare un progetto di impianto cogenerativo e/o di TLR, di cui si evidenzino i vantaggi energetico - ambientali per confronto con altre soluzioni impiantistiche ad alta efficienza.

**TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

L'allacciamento alla rete di TLR consente la produzione centralizzata e l'eliminazione delle emissioni di combustione su ogni singolo edificio, ciò comporta una migliore gestione della caldaia e un aumento del rendimento di oltre il 15 - 20% rispetto alla produzione tradizionale in caldaia singola per appartamento o edificio. Tale miglioramento deve compensare le eventuali perdite dovute al trasporto e alla distribuzione in rete che in ogni caso non devono superare il 5 - 10 % del calore totale immesso in rete. Tuttavia i miglioramenti di efficienza sono effettivi solo se la produzione di calore segue la curva di carico termico dell'utenza.

Nelle aree di nuova urbanizzazione è auspicabile l'allacciamento alla rete di TLR, se è già esistente, dopo aver verificato che le potenze e le temperature disponibili siano sufficienti a coprire i nuovi fabbisogni. In caso contrario bisogna eseguire una valutazione tecnico - economica che dimostri la convenienza della costruzione di impianti integrativi per la rete di

TLR rispetto ad altre soluzioni impiantistiche ad alta efficienza. Nelle aree in cui la rete di TLR non è presente, si deve verificare se ci sono le condizioni per la costruzione di impianti di cogenerazione di quartiere; anche in questo caso questa soluzione va confrontata con altre soluzioni impiantistiche ad alta efficienza.

Nel caso di progettazione di un nuovo impianto dovranno essere rispettati alcuni vincoli: rispetto dei valori energetico prestazionali definiti dal Dlgs 20/2007 e dalle Delibere dell'Autorità

il rendimento globale dovrà essere almeno del 70% per gli impianti di potenza inferiore a 1 MW e almeno del 75% per gli impianti di potenza superiore a 1 MW

Il rendimento di distribuzione del calore (rapporto tra calore fornito all'utenza e calore immesso in rete) dovrà essere almeno del 90%

Nel caso di impianto TLR non collegato ad un impianto di cogenerazione il rendimento, definito come rapporto tra calore fornito all'utenza e calore immesso in rete, dovrà essere almeno pari all'85%

Per quanto riguarda il risparmio economico ci sarà sicuramente un risparmio nell'investimento iniziale dovuto alla non necessità di installazione delle caldaie condominiali, del relativo locale, delle canne fumarie e di tutte le concessioni e certificazioni di sicurezza necessarie; a questo risparmio va a compensare l'aumento dei costi dovuto all'installazione delle reti di distribuzione. Inoltre ci sarà un risparmio anche dei costi di gestione dovuto all'annullamento dei costi di manutenzione della caldaia.

Inoltre la disponibilità di un vettore di calore a temperature di mandata tra i 90° e i 110°C permette anche il ricorso a sistemi ad assorbimento per la produzione di "freddo" nel periodo estivo; in questo modo si riducono i costi d'investimento e di gestione per l'impianto di condizionamento.

#### **NOTE ED OSSERVAZIONI**

Per mantenere ben calibrato il funzionamento invernale ed estivo degli impianti è preferibile dare la priorità di allacciamento alla rete di TLR alle utenze terziarie poichè presentano carichi per la climatizzazione estiva dello stesso ordine di grandezza rispetto a quelli invernali. Negli ultimi anni si è rilevato anche nel settore domestico una costante crescita del fabbisogno di climatizzazione, tuttavia per queste utenze è auspicabile ridurre al minimo le esigenze di raffrescamento andando ad intervenire sull'involucro dell'edificio.

Infine, è importante evitare che un sistema di TLR e/o cogenerazione diventi una barriera per lo sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili; pertanto si suggerisce, ad esempio, di individuare soluzioni impiantistiche dotate di sistemi di accumulo che sfruttano l'energia solare termica.

**AREA TEMATICA: Impianti termici****SCHEDA: 3.7 - La cogenerazione e la micro - cogenerazione****DESCRIZIONE**

La cogenerazione è una delle soluzioni migliori per realizzare un sistema di produzione energetica decentralizzata; con la cogenerazione, infatti, si produce contemporaneamente energia elettrica ed energia termica, consumando combustibile una sola volta ed in un solo luogo. Pertanto, rispetto alla generazione di energia separata, la cogenerazione permette di risparmiare circa il 35-40% della fonte energetica primaria, e di conseguenza si ha una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> direttamente proporzionale al risparmio di energia. La cogenerazione di piccola taglia, caratterizzata da una potenza inferiore a 1 MW, prende il nome di microcogenerazione; questa tecnologia abbina ai vantaggi già citati anche quello della vicinanza tra produzione e consumo di energia, eliminando la necessità di predisporre costose reti di teleriscaldamento ed azzerando le perdite, non trascurabili, nella distribuzione dell'energia elettrica e termica. Nel caso di sostituzione di una caldaia a gasolio, con tali impianti, si arriva a riduzioni delle emissioni di gas clima alteranti che possono raggiungere il 70%. Tuttavia, perché questi indiscutibili vantaggi vengano pienamente sfruttati, è necessario che l'energia termica prodotta in combinazione con l'energia elettrica possa essere utilizzata dalla struttura dove essa è installata, o possa essere distribuita attraverso piccole reti di teleriscaldamento. Pertanto sono necessarie scelte urbanistiche strategiche che prevedano la localizzazione di questi impianti in prossimità de aree adatte al loro utilizzo, senza subire una penalizzazione dovuta a perdite di trasporto del calore in reti di teleriscaldamento eccessivamente lunghe; ad esempio si possono prevedere impianti di microcogenerazione in ospedali, alberghi, centri commerciali, centri sportivi e piscine, grandi complessi residenziali, serre e piccole - medie industrie.

Inoltre, l'abbinamento di un cogeneratore con un refrigeratore ad assorbimento (chiller) consente la realizzazione di impianti in grado di produrre contemporaneamente energia elettrica, energia termica per il riscaldamento e di provvedere anche al raffrescamento estivo, in questo caso si parla di trigenerazione. Questa combinazione è resa possibile dalla capacità del refrigeratore ad assorbimento di produrre il freddo utilizzando il calore prodotto dal cogeneratore. Questo impianto evita quindi l'elevato consumo di energia elettrica che richiede la climatizzazione estiva convenzionale, con l'utilizzo di condizionatori a compressore. Il condizionamento estivo con l'utilizzo di impianti ad assorbimento consente un risparmio della fonte energetica primaria del 50%, rispetto ad un condizionatore tradizionale.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

L. 10/91, DPR 25 luglio 1991, RUEC Salerno

**REQUISITI APPLICATIVI**

Questa azione è destinata prevalentemente all'applicazione in campo pubblico, cioè ad edifici pubblici di proprietà comunale.

**TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

Lo scopo dell'azione è quello di individuare, all'interno del territorio comunale, edifici o gruppi di edifici adatti all'installazione di impianti di cogenerazione di piccola taglia, in grado di soddisfare il fabbisogno termico ed elettrico dell'utenza interessata. E' opportuno che il proprietario dell'impianto sia anche l'utilizzatore dell'energia prodotta; inoltre è importante che l'energia elettrica prodotta venga consumata in loco, quindi il dimensionamento dell'impianto deve essere tale da ridurre al minimo le eventuali cessioni ad aziende elettriche,

perciò non è da escludere che parte dell'energia termica ed elettrica prodotta siano poi distribuite ad utenze vicine, anche residenziali.

Mentre una centrale termoelettrica convenzionale, che brucia combustibile fossile (derivati del petrolio e/o gas metano) per la produzione di energia elettrica, ha una efficienza che non supera il 40%, mentre il restante 60% viene disperso sotto forma di calore, ceduto ai fumi ed alle acque di raffreddamento, in un impianto di cogenerazione il calore prodotto dalla combustione viene invece recuperato per altri usi sotto forma di energia termica, e non viene disperso, evitando quindi un ulteriore riscaldamento dell'atmosfera. La cogenerazione raggiunge efficienze complessive del 90% e questo porta i seguenti vantaggi:

- risparmio dell'energia primaria di circa il 35-40%;
- riduzione dell'impatto ambientale in riferimento alla produzione di energia elettrica;
- diminuzione delle emissioni di gas serra clima alteranti (CO<sub>2</sub>);
- diminuzione dei costi energetici della struttura cui è a servizio.

Nel caso di trigenerazione, si evita l'elevato consumo di energia elettrica che richiede la climatizzazione estiva convenzionale, con l'utilizzo di condizionatori a compressore. Il condizionamento estivo con l'utilizzo di impianti ad assorbimento consente un risparmio della fonte energetica primaria del 50%, rispetto ad un condizionatore tradizionale.

I vantaggi della trigenerazione possono essere sintetizzati in:

- una maggiore affidabilità dell'approvvigionamento di energia elettrica
- benefici economici dovuti al risparmio nell'acquisto dell'energia elettrica
- risparmio della fonte energetica primaria nell'ordine del 50%, rispetto alla produzione di elettricità, calore e freddo separatamente
- riduzione nelle emissioni specifiche di inquinanti atmosferici e gas clima alteranti.

#### **NOTE ED OSSERVAZIONI**

Rispetto ad altri Paesi europei, la cogenerazione di piccola taglia trova in Italia un quadro normativo piuttosto favorevole, soprattutto grazie a tre fattori:

sconti fiscali: grazie alla defiscalizzazione del combustibile di cui godono gli autoproduttori italiani, il periodo di ritorno di un investimento in cogenerazione è generalmente inferiore ai quattro anni.

incentivi: sono disponibili incentivi e contributi finanziari fino al 30% del costo complessivo d'investimento

vincoli ambientali: gli impianti di cogenerazione con potenza termica inferiore a 3 MW se alimentati a metano o GPL e inferiore a 1 MW se alimentati a benzina o gasolio rientrano nelle attività che comportano un inquinamento atmosferico poco significativi.

A questi vantaggi, però, si contrappone un iter burocratico lungo ed oneroso; infine un altro ostacolo alla sviluppo della micro cogenerazione è rappresentato dalla liberalizzazione del mercato energetico. Le aspettative di tariffe più basse, infatti, sono sfavorevoli per tutti i progetti che richiedono un investimento iniziale elevato.



<b>AREA TEMATICA: Ciclo dell'acqua</b>
<b>SCHEDA: 4.1 - Dispositivi per il risparmio idrico</b>
<b>DESCRIZIONE</b> Adozione di dispositivi per la regolazione del flusso di acqua delle docce, dei rubinetti e delle cassette di scarico dei servizi igienici
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI</b> Non ci sono vincoli o ostacoli normativi
<b>REQUISITI APPLICATIVI</b> Obbligatorio per gli edifici nuovi e per quelli esistenti in caso di rifacimento dell'impianto idrico - sanitario.
<b>TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE</b> Questa azione ha lo scopo di ridurre i consumi di acqua potabile, soprattutto di acqua calda sanitaria. Per questo scopo si propone l'utilizzo di dispositivi per la regolazione del flusso d'acqua di docce e rubinetti, quali gli erogatori a basso flusso e i rompigetto aerati. Le cassette di scarico dei servizi igienici devono essere dotate di un dispositivo comandabile manualmente che consenta, in fase di scarico, la regolazione continua del volume di acqua scaricata e, prima dello scarico, la regolazione di almeno due diversi volumi d'acqua. Con tali accorgimenti si prevede una riduzione del consumo di acqua calda del 20%
<b>NOTE ED OSSERVAZIONI</b>

<b>AREA TEMATICA: Ciclo dell'acqua</b>
<b>SCHEDA: 4.2 - Recupero acqua piovana</b>
<b>DESCRIZIONE</b> Installazione di cisterne di accumulo per la raccolta di acqua piovana.
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI</b> Non ci sono vincoli o ostacoli normativi
<b>REQUISITI APPLICATIVI</b> Obbligatorio nei settori in cui è elevato il ricorso ad acqua di processo non necessariamente di origine potabile.
<b>TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE</b> L'obiettivo di quest'azione è la riduzione dei consumi di acqua potabile; per questo scopo si rende obbligatorio, nelle nuove costruzioni, l'utilizzo delle acque meteoriche, raccolte dalle coperture degli edifici, per l'irrigazione del verde pertinenziale, la pulizia dei cortili e dei passaggi. Sulle coperture dei tetti devono essere realizzati degli appositi canali di gronda impermeabili, atti a convogliare le acque meteoriche nel serbatoio di raccolta, per poter essere successivamente riutilizzate. Gli edifici di nuova costruzione aventi almeno 30 m <sup>2</sup> di superficie destinata a verde pertinenziale e/o cortile devono essere dotati di una cisterna per la raccolta delle acque meteoriche. Questa cisterna deve essere dotata di un sistema di filtraggio per l'acqua in entrata e di un adeguato sistema di pompaggio tale da poter fornire l'acqua alla pressione necessaria a seconda degli usi. L'impianto idrico così formato non può essere collegato a quello dell'acqua potabile e le sue bocchette devono essere dotate della dicitura "acqua non potabile".
<b>NOTE ED OSSERVAZIONI</b> Per determinare il volume del serbatoio bisogna tener conto dei seguenti parametri: consumo totale annuo di acqua per l'irrigazione volume di pioggia captabile all'anno (questo parametro dipende a sua volta da una serie di parametri quali la superficie di raccolta della copertura e l'efficienza del filtro).

<p><b>AREA TEMATICA: Fonti energetiche alternative</b></p> <p><b>SCHEDA: 5.1 - Impianti solari termici</b></p>
<p><b>DESCRIZIONE</b></p> <p>Installazione di impianti solari termici integrati agli edifici ed integrazione con sistemi di distribuzione del calore a bassa temperatura.</p>
<p><b>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI</b></p> <p>L. 10/91, Dlgs 192/05, Dlgs 311/06, RUEC Salerno</p>
<p><b>REQUISITI APPLICATIVI</b></p> <p>Obbligatorio per edifici di nuova costruzione e per interventi di ristrutturazione degli impianti termici esistenti.</p>
<p><b>TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE</b></p> <p>La trasformazione dell'energia solare in energia termica è sicuramente il modo più razionale ed ecologicamente sostenibile per riscaldare un fluido (in genere acqua o aria per gli utilizzi domestico e produttivo).</p> <p>L'energia solare viene catturata con un collettore solare, che trasferisce l'energia della radiazione solare al fluido termovettore, il quale viene utilizzato per scaldare l'acqua sanitaria. I collettori solari termici sfruttano la radiazione solare sotto forma di calore e la accumulano, riscaldando l'acqua ad una temperatura compresa fra i 30° C e i 70° C. A queste temperature l'acqua può essere utilizzata per soddisfare tutte le esigenze di acqua calda sanitaria domestica, ma anche per il riscaldamento di piscine, o anche come integrazione all'impianto di riscaldamento invernale degli ambienti. In questo caso, l'accoppiamento dei collettori solari con sistemi radianti a serpentina, disposti a pavimento, a soffitto o anche a parete, può rendere davvero significativo il contributo solare. Anche nelle giornate invernali, in cui l'insolazione è insufficiente e la temperatura non raggiunge i valori ottimali i collettori garantiscono, comunque, un risparmio di energia poiché l'acqua del serbatoio ha una temperatura superiore a quella dell'acqua corrente dell'acquedotto, la quale è di circa 10-12°C. Inoltre nel periodo estivo, il calore in eccesso fornito dai collettori solari può trovare una efficace utilizzo come climatizzazione estiva. Esso può infatti alimentare un refrigeratore ad assorbimento (chiller). Questo impianto utilizza l'energia termica fornita dei pannelli solari (la quale è tanto maggiore quanto è alta la temperatura dell'atmosfera e la radiazione solare) per produrre il freddo necessario al raffrescamento degli ambienti.</p> <p>L'obiettivo di questa azione è di diffondere l'utilizzo del solare termico su larga scala e i passi da compiere per realizzarla sono i seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definizione e stipula di un protocollo d'intesa con gli installatori, i potenziali utenti interessati ed istituti di credito per l'incentivazione di installazione di impianti solari termici;</li> <li>• raccolta delle informazioni e creazione di una banca dati informatizzata degli edifici che dispongono delle caratteristiche tecniche idonee per l'installazione di un impianto solare termico.</li> <li>• definizione di una campagna di divulgazione delle informazioni, sugli interventi effettuati e sui vantaggi economici, finalizzata a promuovere e sostenere l'ulteriore diffusione dei sistemi solari termici ;</li> <li>• promozione di iniziative rivolte alla formazione di progettisti ed installatori di impianti solari, con il coinvolgimento delle organizzazioni di categoria degli artigiani.</li> </ul>
<p><b>NOTE ED OSSERVAZIONI</b></p> <p>I collettori solari vanno installati su tetti piani, falde e facciate esposte a Sud, Sud - Est, Sud -</p>

Ovest, Est e Ovest ad eccezione dei casi in cui ci siano indicazioni particolari.

<b>AREA TEMATICA: Fonti energetiche alternative</b>
<b>SCHEDA: 5.2 - Impianti solari fotovoltaici</b>
<b>DESCRIZIONE</b> Installazione di impianti solari fotovoltaici per la produzione di energia elettrica.
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI</b> L. 10/91, Dlgs 192/05, Dlgs 311/07, RUEC Salerno
<b>REQUISITI APPLICATIVI</b> Obbligatorio per gli edifici residenziali di nuova costruzione e consigliato in tutti gli altri edifici che presentino una buona esposizione a Sud ed elevate possibilità di integrazione dei pannelli fotovoltaici con la struttura architettonica.
<b>TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE</b> Il funzionamento dei dispositivi fotovoltaici si basa sulla capacità di alcuni materiali semiconduttori, tra cui il più utilizzato è il Silicio, opportunamente trattati, di convertire l'energia della radiazione solare in energia elettrica in corrente continua senza bisogno di parti meccaniche in movimento. La corrente continua, a sua volta, viene trasformata, per mezzo di un dispositivo detto Inverter, in corrente alternata con una tensione idonea al suo utilizzo in apparecchiature elettriche. Il componente base di un impianto FV è la cella fotovoltaica. Più celle assemblate e collegate tra di loro in una unica struttura formano un modulo fotovoltaico. Infine più moduli possono poi essere collegati in serie in una stringa. La potenza elettrica richiesta determina poi il numero di stringhe da collegare in parallelo per realizzare finalmente un generatore fotovoltaico. Gli impianti fotovoltaici presentano una estrema flessibilità di impiego. Essi possono essere impiegati in sistemi isolati, non collegati alla rete elettrica (stand alone), i quali sono dotati di un accumulatore che permette di immagazzinare l'energia prodotta durante le ore diurne dall'impianto per poi utilizzarla nei periodi in cui non c'è radiazione solare. Un'altra possibilità di impiego è quella di sistemi fotovoltaici connessi alla rete elettrica (grid connected), i quali scaricano in rete l'energia elettrica prodotta e non utilizzata direttamente dall'utenza a cui sono allacciati. La quantità di energia elettrica prodotta da un sistema fotovoltaico dipende da vari parametri: superficie dell'impianto, orientamento dei moduli (inclinazione e orientamento rispetto al Sud), radiazione solare incidente nel sito (latitudine, altezza s.l.m.), rendimento dei moduli, temperatura di funzionamento (è importante notare a questo proposito che più la temperatura di funzionamento è elevata, più è basso il rendimento dell'impianto). La tecnologia fotovoltaica permette una vasta gamma di applicazioni e la potenza dell'impianto può essere modificata in qualsiasi momento senza problemi. Inoltre la manutenzione ordinaria è minima, non essendoci parti meccaniche in movimento. L'obiettivo dell'azione è quello di diffondere su larga scala l'utilizzo degli impianti solari fotovoltaici; affinché tale intervento abbia luogo è senz'altro fondamentale un lavoro di informazione e sensibilizzazione da parte del Comune verso i cittadini e una semplificazione delle procedure da seguire per poter installare un impianto di questo tipo. Il Comune può inoltre considerare l'opportunità di individuare istituti di credito e finanziari che applichino tassi particolarmente favorevoli per tali tipi di interventi.



COMUNE DI SALERNO



## NOTE ED OSSERVAZIONI

-

**AREA TEMATICA: Fonti energetiche alternative****SCHEDA: 5.3 - Biomasse e Biogas****DESCRIZIONE**

Si vuole incentivare la produzione di energia da biomasse derivanti da prodotti agricoli, di allevamento e forestali; la biomassa può essere destinata alla produzione di biogas, attraverso un processo di digestione anaerobica, o può essere utilizzata direttamente per la combustione.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

L. 10/91, Dlgs 192/05, Dlgs 311/08

**REQUISITI APPLICATIVI****TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

Le biomasse sono rappresentate dalla parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sia sostanze vegetali che animali) e dalla sivecoltura e dalle industrie connesse, nonché dalla parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani.

Questi prodotti possono fornire biomassa per sostenere due tipologie di filiera agro - energetica: quella della biomassa destinata alla produzione di biogas attraverso digestione anaerobica e quella della biomassa ligno - cellulosica finalizzata alla combustione.

In particolare, per la produzione di biogas i residui provenienti dall'agricoltura che si possono utilizzare sono:

deiezioni animali: letame, liquame di allevamenti zootecnici

scarti vegetali: residui inutilizzati degli insilati, scarti ortofrutticoli ecc..

residui agroindustriali: residui della lavorazione del settore lattiero caseario, della trasformazione del pomodoro ecc.

Il processo di digestione anaerobica delle biomasse consiste in una serie di reazione biochimiche di demolizione della materia organica in sostanze gassose semplici dalle quali si produce una miscela gassosa combustibile, il biogas, costituita essenzialmente da anidride carbonica e metano. Il biogas viene poi utilizzato prevalentemente per la trasformazione in elettricità e calore (cogenerazione), ma può essere usata anche come combustibile per alimentare caldaie a gas o motori endotermici alternativi.

Per la filiera della biomassa ligno - cellulosica i materiali utilizzabili provengono in genere da:

biomassa derivante dalla gestione dei boschi di proprietà pubblica e privata

biomassa derivata da foreste a breve rotazione e da colture dedicate

residui delle industrie agroalimentari e/o della lavorazione del legno

biomassa da potature di imprese agricole o verde pubblico.

Questi prodotti sono destinati direttamente alla combustione e si prestano maggiormente per essere utilizzati per applicazioni residenziali. Infatti gli impianti termici a biomasse hanno raggiunto livelli di efficienza, affidabilità e comfort simili a quelli degli impianti tradizionali a gasolio e a gas metano.

**NOTE ED OSSERVAZIONI**

Allo scopo sia di limitare le emissioni inquinanti che di minimizzare i costi è necessario ridurre al minimo le distanze per il trasporto e lo stoccaggio della biomassa; in altre parole la biomassa deve essere utilizzata come una risorsa locale.

**AREA TEMATICA: Fonti energetiche alternative**

**SCHEDA: 5.4 - Impianti eolici****DESCRIZIONE**

Verifica di dettaglio della fattibilità tecnico-economica-ambientale-istituzionale per impianti eolici stand alone e/o wind-farm nel territorio comunale.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

L. 10/91, D.M. 27/07/2005

**REQUISITI APPLICATIVI**

Facoltativo

**TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

Solo da pochi decenni l'energia eolica viene impiegata per produrre elettricità. Esistono aerogeneratori diversi per forma e dimensioni: possono avere da una a tre pale di varie lunghezze, dai 50 cm fino anche a 30 m; queste ultime sono in grado di erogare una potenza elettrica di 1500kW. Più aerogeneratori collegati insieme formano le wind-farm, "fattorie del vento", che sono delle vere e proprie centrali elettriche. Nelle wind-farm la distanza reciproca tra gli aerogeneratori non è casuale, ma viene calcolata per evitare interferenze reciproche che potrebbero causare cali di produzione; di regola gli aerogeneratori vengono situati ad una distanza di almeno cinque – dieci volte il diametro delle pale. Per produrre energia elettrica in quantità sufficiente è necessario che il luogo dove si installa l'aerogeneratore sia molto ventoso. Il rendimento delle macchine eoliche dipende dalla intensità del vento: a parità di diametro delle pale, con l'aumento della velocità del vento, la potenza teoricamente estraibile aumenta in modo più che proporzionale. Pertanto, prima di decidere l'installazione di un impianto eolico è indispensabile un'accurata conoscenza delle caratteristiche del vento nel sito in cui si intendono installare gli aerogeneratori. Tali conoscenze si ottengono realizzando preventivamente un accurato studio anemologico (cioè della frequenza, della velocità, della durata e della direzione del vento). L'intensità del vento dipende dalle caratteristiche orografiche del terreno. Un primo elemento è la rugosità del suolo: in pianura o al mare il vento spira con intensità maggiore che in campagna o nelle città. Un altro è in funzione dell'altezza dal suolo: più ci si alza, maggiore è la velocità del vento. In generale, la posizione ideale di un aerogeneratore è in un terreno appartenente ad una bassa classe di rugosità e che presenta una pendenza compresa tra i 6 e i 16 gradi.

Per promuovere la diffusione degli impianti eolici nel territorio comunale i passi da seguire sono:

1. Raccolta delle informazioni relative ai dati anemometrici per le centraline del territorio comunale;
2. Definizione delle aree a maggior attività anemometrica ed eventuale esclusione di zone speciali
3. Promozione di corsi di formazione professionale per progettisti e installatori
4. Creazione di forme di incentivazione private per la realizzazione degli interventi sia da parte degli istituti di credito locali, attraverso contributi in conto capitale e crediti a lungo termine a basso interesse, sia da parte delle ESCO.

**NOTE ED OSSERVAZIONI**

In generale gli impianti eolici non godono di un buon livello di accettabilità da parte dell'utenza a causa del loro "impatto visivo"; gli aerogeneratori per la loro configurazione sono



visibili in ogni contesto ove vengono inseriti, ma una scelta accurata della forma e del colore dei componenti, per evitare che le parti meccaniche riflettano i raggi solari, consente di armonizzare la presenza degli impianti eolici nel paesaggio. Sarà comunque premura dell'Amministrazione comunale diffondere correttamente le informazioni su tale tecnologia, facendo confronti con gli impianti più grandi e mettendo in evidenza gli aspetti positivi e i ridotti impatti ambientali. Dovranno essere chiaramente descritti i vantaggi economici derivanti dal meccanismo degli incentivi.

**AREA TEMATICA: Pianificazione urbana sostenibile****SCHEMA: 6.1 - Interventi sul sistema del verde****DESCRIZIONE**

La presenza di vegetazione migliora il microclima urbano e mitiga l'inquinamento atmosferico: la massa fogliare delle piante trasforma l'acqua assorbita dalle radici in vapore acqueo rinfrescando e umidificando l'atmosfera, assorbe le polveri, i fumi ed i gas e riduce il rumore. Inoltre la presenza del verde in città ha effetti positivi sul benessere psico-fisico della popolazione.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

Dlgs 192/05, DPR 02/04/09, RUEC Salerno

**REQUISITI APPLICATIVI****TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

La presenza di aree verdi di grandi dimensioni, opportunamente dislocate nella città, ha effetti benefici sia a livello macroclimatico che microclimatico.

Numerose indagini scientifiche hanno dimostrato che la temperatura dell'aria in città sia in estate che in inverno è maggiore della temperatura dell'aria in campagna. Questo fenomeno, che va sotto il nome di "urban heat island effect", in inverno è vantaggioso per gli abitanti, ma in estate può portare la temperatura a livelli eccessivamente elevati. In campagna la radiazione solare che raggiunge il suolo riscalda il terreno e la vegetazione e viene trasformato in vapore per evapotraspirazione. In città, invece, le superfici evapotraspiranti sono in genere molto ridotte, mentre la gran parte delle superfici di strade piazze ed edifici sono costituite da materiali che conducono rapidamente il calore (asfalto, vetri, mattoni, acciaio). Il bilancio radiativo, quindi, risulta molto diverso dalla campagna: in mancanza di evapotraspirazione la radiazione o viene riflessa andando a riscaldare l'aria o viene immagazzinata sotto la superficie e poi riscaldata durante la notte; di conseguenza la temperatura dell'aria in città risulta più alta sia di giorno che di notte. Questo effetto può essere mitigato dalla presenza di aree verdi disposte nella città.

Il verde urbano ha anche altri effetti benefici, ad esempio l'effetto ombreggiante, utile sia nel proteggere le persone dalla radiazione solare diretta o dal riverbero delle superfici pavimentate, sia nel proteggere dalla radiazione le strutture edilizie. La presenza di verde nelle aree residenziali favorisce il risparmio energetico, in particolare per il condizionamento dell'aria nei mesi più caldi; la vegetazione, sia erbacea che arborea, può limitare notevolmente il riscaldamento degli edifici andando a intercettare la radiazione solare e limitando la radiazione riflessa dalle superfici circostanti. Le superfici pavimentate ed il terreno nudo, spesso presenti attorno agli edifici, assorbono sotto forma di calore gran parte della radiazione solare, emettendola in seguito come radiazione che va a riscaldare l'aria o le pareti dell'edificio meno calde. Se queste superfici vengono sostituite da vegetazione, ad esempio da prato, la maggior parte della radiazione solare verrà trasformata per evapotraspirazione e il terreno rimarrà più fresco. Il mantenimento di un suolo fresco è anche importante per prevenire la conduzione orizzontale del calore nel terreno verso l'edificio.

Un altro metodo utile per limitare l'eccessivo riscaldamento delle pareti è l'utilizzo di piante rampicanti grazie alle quali si ottiene il doppio effetto di ombreggiare la parete e di creare uno strato d'aria più fresco nelle immediate vicinanze della parete.

**NOTE ED OSSERVAZIONI**

Un'altra possibilità è quella di realizzare le coperture degli edifici non con rivestimenti

artificiali, ma realizzando un inverdimento con diverse tecniche e tipologie di piante (tetto verde). Questa soluzione si può attuare in condizioni di copertura piana o con limitata pendenza su edifici o manufatti di diverso tipo.

**AREA TEMATICA: Pianificazione urbana sostenibile****SCHEDA: 6.2 - Interventi sul sistema dell'Illuminazione pubblica****DESCRIZIONE**

L'illuminazione rappresenta un settore estremamente importante per quanto riguarda le possibilità di attuare un efficace risparmio energetico. Il consumo di energia elettrica per l'illuminazione pubblica può essere notevolmente ridotto grazie all'adozione di dispositivi tecnologicamente avanzati e ad alta efficienza. Un'azione atta a creare una base dati completa e aggiornabile sul patrimonio lampade installato all'interno del territorio comunale consentirà di definire un programma di sostituzione delle lampade obsolete e di pianificazione della manutenzione dell'intero parco lampade.

L'adozione di una strategia di risparmio energetico, nell'ambito dell'illuminazione potrebbe arrivare a definire un vero e proprio Piano comunale dell'illuminazione pubblica.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

RUEC Salerno

**REQUISITI APPLICATIVI****TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

L'illuminazione degli spazi esterni, solitamente associata al concetto di Illuminazione pubblica, non è semplicemente legata alla funzionalità, ma assume altri ruoli importanti legati alla sicurezza, la socializzazione, la valorizzazione del patrimonio storico e artistico della città.

La graduale riqualificazione e razionalizzazione dei sistemi di Illuminazione pubblica è in grado di apportare un elevato risparmio energetico ed economico.

L'adozione di una strategia di risparmio energetico, nell'ambito dell'Illuminazione potrebbe arrivare a definire un vero e proprio Piano comunale dell'illuminazione pubblica, per perseguire i seguenti obiettivi:

- la sicurezza del traffico veicolare e delle persone: questo è la funzione principale che deve svolgere l'illuminazione pubblica, a prescindere dalle considerazioni di natura economica. Il risparmio energetico non si può ottenere tramite una diminuzione delle sorgenti luminose presenti nelle aree stradali, ma solo attraverso la razionalizzazione dell'intero sistema. Inoltre, particolare attenzione va posta all'illuminazione dei parchi e delle piazze per evitare fenomeni di criminalità dovuti alla mancanza del controllo di tali luoghi in assenza della luce solare.
- Il miglioramento della qualità della vita e delle condizioni dei centri urbani e dei beni ambientali, monumentali e architettonici: l'illuminazione può assumere un carattere promozionale ai fini turistici, semplicemente ponendo in evidenza percorsi e monumenti, e riuscendo a prolungare la permanenza dei turisti nella città oltre il canonico orario di chiusura dei musei. Inoltre, l'illuminazione di particolari ambiti urbani come parchi e piazze favorisce la socializzazione, riuscendo a prolungare l'ipotetica durata delle giornate;
- Il risparmio energetico: si devono individuare le soluzioni tecnologiche che garantiscono contemporaneamente un minore consumo di energia elettrica e un servizio migliore. Si può ottenere un risparmio anche solo orientando i fasci luminosi in maniera razionale, evitando di illuminare il cielo, e adottando sistemi di temporizzazione più flessibili ed efficaci
- L'ottimizzazione dei costi d'esercizio e di gestione (manutenzione): un costo rilevante è determinato dal monitoraggio degli elementi da sostituire; un modo per diminuire i costi di gestione è l'adozione di sistemi informatici di autodiagnosi che consentirebbe di gestire in maniera più razionale ed economica gli interventi di manutenzione.

Tra i contenuti presenti nel Piano comunale dell'Illuminazione pubblica ci saranno:

- l'analisi puntuale dell'esistente sistema di illuminazione pubblica;
- le sorgenti luminose e le tipologie di sostegni esistenti;
- le linee guida per la scelta dei complessi illuminanti;
- le proposte per la sostituzione e per gli interventi di ammodernamento e messa in sicurezza degli impianti;
- la classificazione del territorio comunale per aree omogenee;
- il piano gestionale di manutenzione.

#### **NOTE ED OSSERVAZIONI**

Si suggerisce l'uso di regolatori di flusso e sistemi di telecontrollo per il funzionamento ad illuminamento costante. Dal confronto tra le varie tipologie di lampade si evince la convenienza della lampade a LED per gli impianti semaforici.

**AREA TEMATICA: Mobilità Sostenibile****SCHEDA: 7.1 - Interventi di risparmio energetico per gli impianti semaforici****DESCRIZIONE**

In quest'azione vengono presentate alcune delle possibili soluzioni per ridurre i consumi di elettricità dovuti alla semaforica stradale e per conseguire un utilizzo più razionale dell'energia.

L'intervento più importante che si può realizzare è la sostituzione delle lanterne ad incandescenza con lanterne a tecnologia LED.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI****REQUISITI APPLICATIVI****TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

L'obiettivo di quest'azione è definire gli interventi da attuare per ottenere una diminuzione del consumo di energia elettrica dovuto agli impianti semaforici.

Gli interventi realizzabili possono essere suddivisi in quattro categorie, che possono anche rappresentare quattro distinte fasi di intervento:

sostituzione di componenti e sistemi con altri più efficienti;

adozione di sistemi automatici di regolazione, accensione e spegnimento dei punti luce;

installazione di sistemi di telecontrollo e di gestione energetica della rete semaforica;

sostituzione di incroci semaforici con rotatorie.

In particolare si possono sostituire le lampade ad incandescenza con lampade a LED.

I LED utilizzati nella moderna segnaletica e cartellonistica hanno una luminosità anche di 10 volte superiore a quella prodotta dalle lampade ad incandescenza. La caratteristica tecnica che li rende ideali per la semaforica è l'emissione luminosa monocromatica: il colore è dipendente dalle proprietà del materiale con cui è realizzato e si possono ottenere tutti i colori primari. La durata delle lanterne a LED è di circa 10 anni, contro una durata media annuale delle lanterne di tipo tradizionale di un anno. Questo comporta una cospicua diminuzione dei costi di gestione degli impianti semaforici, infatti, sugli impianti semaforici tradizionali vengono eseguiti mediamente otto interventi annui di manutenzione ordinaria e straordinaria, mentre con la sostituzione a lanterne tecnologia a LED si avrà un abbattimento di questi interventi, con la conseguente diminuzione dei disagi all'utenza. I semafori a LED permettono inoltre di ottenere un aumento della visibilità in condizioni atmosferiche critiche (nebbia e pioggia).

**NOTE ED OSSERVAZIONI**

Un obiettivo a medio lungo termine dell'azione potrebbe riguardare l'indipendenza energetica della segnaletica stradale: secondo tale pratica, in via di diffusione, la segnaletica stradale, e più in generale la cartellonistica, viene alimentata con impianti minieolici o minifotovoltaici, garantendone così l'indipendenza energetica. Solitamente si preferisce, specialmente nelle zone centrali della città, il fotovoltaico al minieolico in quanto è meno invasivo e ingombrante. La convenienza di questo intervento è evidente soprattutto quando è elevato il numero di apparecchi da sostituire.

**AREA TEMATICA: Mobilità Sostenibile****SCHEDA: 7.2 - Incentivazione all'uso della bicicletta - Sistema park and ride****DESCRIZIONE**

Tra gli interventi che si possono attuare per ridurre l'utilizzo dei mezzi privati e favorire la mobilità sostenibile è la realizzazione dei cosiddetti parcheggi scambiatori che favoriscono l'utilizzo di biciclette tradizionale o elettriche.

**RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI****REQUISITI APPLICATIVI****TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

Il sistema park and ride è costituito da un parcheggio scambiatore in cui è possibile parcheggiare la propria automobile e noleggiare un altro veicolo a basso impatto ambientale (bicicletta standard, bicicletta con pedalata assistita, scooter elettrici, ecc.) con cui l'utente può muoversi liberamente nella città.

I tre aspetti più importanti nell'ideazione di un'area di park and ride sono:

- il parcheggio;
- la continuità del trasporto;
- la sicurezza.

Per quanto riguarda il parcheggio, in fase di progettazione non bisogna limitarsi semplicemente alla determinazione del numero di posti auto e alla loro dimensione geometrica, ma la progettazione deve tenere conto anche dello studio dell'organizzazione interna dell'area e delle interazioni della stessa con la rete viaria circostante.

Per il secondo fattore bisogna prevedere una distanza a piedi tra il parcheggio e il terminal, o fermata del sistema di trasporto pubblico, molto ridotta, attorno ai 100 metri circa. Il percorso deve essere inoltre protetto dai veicoli e dalle eventuali avverse condizioni atmosferiche (pioggia, vento e sole) e la frequenza del trasporto pubblico deve necessariamente essere molto alta, così come deve essere correttamente dimensionata l'offerta di mezzi alternativi. L'ideale è dare la possibilità di scelta su come proseguire il viaggio all'automobilista: prevedere dunque delle soste per il noleggio di biciclette e dove possibile dei percorsi pedonali.

Infine, non bisogna trascurare il problema della sicurezza: la paura di essere derubati della propria autovettura o di subire aggressioni è uno dei fattori che ha fatto fallire diverse iniziative di park and ride. Occorre pertanto pensare nelle fase di progettazione alla realizzazione di recinzioni e predisporre sistemi di vigilanza sul sistema.

Tra i veicoli che possono essere utilizzati nei parcheggi scambiatori ci sono le biciclette a pedalata assistita da motore elettrico, dotata di luce di posizione anteriore e posteriore e cambio a sei marce; questi veicoli possono raggiungere una velocità massima di circa 25 Km/ora, e questo permette al passeggero di muoversi agevolmente. Si tratta quindi di mezzi a zero emissioni dirette che contribuiscono al miglioramento della qualità dell'aria. Come tutti i mezzi elettrici sono dotati di batterie per l'accumulo, che vengono ricaricate attraverso allaccio alla rete di energia elettrica durante il periodo di non utilizzo. All'adozione di questa tecnologia sono associate emissioni indirette legate alla produzione di energia elettrica, dovute al ricorso nelle centrali di trasformazione a fonti fossili. Un auspicabile sviluppo del progetto riguarda la copertura del fabbisogno di energia elettrica del parco bici attraverso la realizzazione di postazioni di ricarica alimentate da fotovoltaico. Così facendo i mezzi diventerebbero a zero emissioni, non solo dirette ma anche indirette, aumentando la

sostenibilità dell'azione.

### **NOTE ED OSSERVAZIONI**

Per dare un maggiore impulso ad un'iniziativa di mobilità alternativa di questo tipo si può pensare di allargarla a livello regionale collocando almeno in ogni capoluogo della regione un sistema di park and ride a cui possono accedere tutti i cittadini della regione utilizzando sempre la stessa chiave ed evitando così di doversi registrare in ogni capoluogo. Un'iniziativa di questo tipo è stata realizzata in Emilia Romagna.



## **AREA TEMATICA: Mobilità Sostenibile**

### **SCHEDA: 7.3 - Incentivazione all'uso plurimo dell'auto - Car sharing e Car pooling**

#### **DESCRIZIONE**

Il car sharing e il car pooling sono due alternative efficaci e utili all'uso dell'auto privata e garantiscono una riduzione dell'inquinamento atmosferico e un risparmio energetico.

#### **RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

#### **REQUISITI APPLICATIVI**

#### **TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE**

Il car sharing è un servizio di condivisione di un parco di autoveicoli tra i cittadini, che consente di muoversi in città in maniera intelligente, contribuendo alla riduzione dei consumi energetici nel settore dei trasporti. Il car sharing aiuta, tra l'altro, a diffondere la cultura della non proprietà dell'automobile e dell'utilizzo del mezzo di trasporto individuale solo nei casi di effettivo bisogno o di non soddisfacente offerta del trasporto pubblico.

Facendo una serie di stime si è valutato che un cittadino che aderisce al servizio di car sharing riduce i propri consumi di circa il 40 %, grazie ad un utilizzo più oculato del veicolo e ad un maggiore impiego dei mezzi pubblici. Inoltre tale servizio contribuisce a ridurre l'impatto sul territorio e a limitare il consumo di suolo urbano poiché, mediamente, ogni veicolo condiviso sostituisce 4 auto private. Il car sharing, inoltre, produce nel tempo effetti benefici sull'ambiente e sui consumi energetici, riducendo il traffico veicolare nei centri urbani e favorendo comportamenti individuali più razionali nell'uso dell'automobile a vantaggio di mezzi ecocompatibili e a bassa intensità energetica.

Le modalità di accesso al servizio prevedono l'associazione ad un circuito che eroga il servizio gestendo una flotta di veicoli di diversa tipologia. L'utente associato può prenotare e prelevare in qualsiasi ora del giorno e della notte il veicolo richiesto dall'area di parcheggio più vicina. Il costo globale per l'utente risulta composto da un costo fisso, che comprende una quota di ingresso non rimborsabile, che l'aderente paga una tantum a titolo associativo, una eventuale cauzione rimborsabile, una quota di abbonamento da versare annualmente o mensilmente per aderire all'associazione, ed un costo variabile legato all'utilizzo del servizio e che dipende dal tipo di veicolo scelto, dalla fascia oraria di utilizzo e dalla presenza di eventuali servizi supplementari.

I punti di forza di questo servizio risiedono nell'offrire prestazioni simili a quelle dell'auto privata, ma costi inferiori. Le opportunità di scelta garantite dal car sharing attraverso la varietà del parco auto e la possibilità di muoversi senza sostenere i disagi e i costi fissi legati al possesso dell'automobile, rappresentano, infatti, una valida alternativa all'acquisto.

Il car pooling e il taxi collettivo sono altre due forme di mobilità alternativa volte alla riduzione dell'inquinamento atmosferico e al risparmio energetico. Sono entrambi servizi di condivisione di autovetture tra più persone per compiere un percorso che abbia una parte comune (almeno il 50%) a più utenti. La differenza principale tra i due servizi è che il taxi collettivo si configura come un servizio pubblico, mentre il car pooling può essere gestito sia da privati che da enti o aziende interessate (car-pooling aziendale).

Esempi tipici di car - pooling sono il trasporto al luogo di studio o al lavoro e viceversa, di colleghi residenti nello stesso quartiere, o il trasporto dalla stazione ferroviaria al luogo di lavoro e/o di studio e viceversa. Il Comune di Salerno..

Il taxi collettivo è un servizio di trasporto ad un prezzo inferiore a quello del taxi tradizionale;

sebbene un servizio di taxi collettivo possa essere realizzato semplicemente ricalcando il percorso di linee bus già esistenti, si potrebbe estendere in maniera più personalizzata, maggiormente aderente ai bisogni degli utenti, per la flessibilità dei percorsi e la gestione della flotta in tempo reale, ricorrendo a tecnologie telematiche. Il servizio può soddisfare anche esigenze di ordine sociale, rivolgendosi ad anziani, portatori di handicap o bambini, oppure essere utilizzato nel caso di insediamenti caratterizzati da una forte dispersione nel territorio.

#### **NOTE ED OSSERVAZIONI**

Riguardo al territorio salernitano, è da segnalare un progetto (Progetto Mercurio) originariamente finalizzato all'istituzione di un servizio di Car Pooling per i collegamenti tra Salerno (ed il territorio connesso) ed il Campus di Fisciano, ma estendibile ad altre destinazioni. Il progetto ha ricevuto il patrocinio della Provincia di Salerno, del Comune di Salerno e dell'Università di Salerno ed un finanziamento da parte del POGAS (oggi Ministero della Gioventù). Il sistema presenta caratteristiche ibride, in quanto si basa su di una elaborazione centralizzata automatizzata delle richieste, ma adopera Internet e la telefonia cellulare per dialogare con gli utenti.

<b>AREA TEMATICA: Mobilità Sostenibile</b>
<b>SCHEDA: 7.4 - Altri interventi di mobilità sostenibile</b>
<b>DESCRIZIONE</b> In questa scheda si riportano un elenco di possibili interventi che possono portare ad un risparmio energetico nel settore dei trasporti stradali.
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI</b>
<b>REQUISITI APPLICATIVI</b>
<b>TIPOLOGIA DI INTERVENTO E PRESTAZIONI ENERGETICHE</b> La mobilità é condizionata dai seguenti fattori: <ul style="list-style-type: none"><li>• i mezzi di trasporto utilizzati;</li><li>• le fonti energetiche usate per il funzionamento dei mezzi;</li><li>• la rete di infrastrutture disponibile;</li><li>• gli orari in cui avvengono gli spostamenti.</li></ul> Per favorire la mobilità ed ottenere un risparmio energetico si può intervenire su tutti questi fattori; di seguito sono riportati alcuni possibili interventi: <ul style="list-style-type: none"><li>• promuovere e sviluppare progetti di telelavoro, sia a livello delle strutture comunali sia con le principali aziende di servizi presenti sul territorio comunale. Il telelavoro permette di rendere non più necessari gli spostamenti per recarsi sul posto di lavoro, consentendo ad un numero sempre maggiore di cittadini di lavorare a casa propria. Lo sviluppo di progetti di questo tipo è possibile grazie all'enorme sviluppo delle reti di telecomunicazioni registrato negli ultimi tempi; in particolare bisogna avere a disposizione linee tradizionali veloci (ADSL, HDSL) o reti in fibra ottica. Per consentire lo sviluppo di tale modalità di lavoro è necessario sensibilizzare su queste tematiche i fruitori potenziali facendo comprendere che, laddove possibile, è meglio spostare i dati sulle reti in fibra ottica alla velocità della luce e a costi energetici quasi nulli anziché le persone con tempi aleatori e consumi energetici rilevanti;</li><li>• predisporre aree di parcheggio destinate solamente ai veicoli merci, situate nelle immediate vicinanze delle zone dove sono concentrate le attività commerciali;</li><li>• incrementare l'impiego di autobus a metano per il trasporto pubblico al fine di ridurre le emissioni di inquinanti in area urbana e la CO2 complessivamente emessa;</li><li>• incrementare il numero di mezzi a ridotte emissioni inquinanti destinati alla raccolta dei rifiuti urbani, attraverso la sostituzione degli attuali mezzi a gasolio con altri alimentati a metano, gpl, gasolio bianco o altri sistemi di trazione ecologici;</li><li>• promuovere l'acquisto, la conversione e l'impiego di veicoli a GPL, a metano, ibridi ed elettrici, per ridurre le emissioni atmosferiche;</li><li>• proporre incentivazioni al rinnovo del parco auto con veicoli a basso impatto ambientale per tutte le aziende, le cooperative e le Amministrazioni che utilizzano flotte di autoveicoli come ad esempio: Cooperative di servizio taxi, Cooperative di trasloco, Amministrazioni pubbliche, società private per l'erogazione di servizi pubblici (acqua, luce, gas, telecomunicazioni), ecc... sperimentare il biocombustibile biodiesel sia per il trasporto pubblico sia per quello privato.</li></ul>
<b>NOTE ED OSSERVAZIONI</b>



## 24 Appendice A-IV – Analisi comparativa dei PEC

---

Parallelamente allo sviluppo del Piano Energetico Comunale di Salerno, è stato effettuato uno studio comparativo sulla struttura dei Piani Energetici Comunali e sull'impostazione delle Schede D'Azione relative a otto diversi comuni italiani (Ancona, Bologna, Foggia, Forlì, Modena, Piacenza, Udine, Venezia). I rispettivi Piani Energetici, con le loro schede d'azione, sono stati analizzati in dettaglio, anche nell'ambito di una tesi di laurea presso l'Università di Salerno [13]. Si tratta di documenti stilati per la maggior parte negli ultimi due o tre anni, salvo quello di Brescia, formulato nel 2002.

La struttura ed il livello di dettaglio delle Schede d'Azione proposte sono abbastanza diverse nei vari casi. Anche il loro numero è molto variabile: si va dalle 9 di Forlì, che descrivono le sole azioni prioritarie, alle 41 di Venezia, che riportano in maggior dettaglio le azioni previste per il biennio successivo.

Si riporta (Tabella 68, Tabella 69) un quadro sinottico con il confronto tra le schede d'azione per gli otto comuni considerati, rimandando alla bibliografia [13] ed ai documenti originali per un'analisi più dettagliata. La tabella analizza il numero delle schede, la data di stesura del PEC, la classificazione per aree tematiche e voci, con alcune note.

Altro punto critico per la stesura del PEC è rappresentato dalla reperibilità e dalla disponibilità dei dati. Pertanto, anche questo aspetto è stato analizzato in dettaglio, con riferimento ad alcuni recenti PEC disponibili in rete (Ancona, Bologna, Brescia, Foggia, Piacenza, Venezia). Sono stati analizzati i diversi vettori energetici, distinti per tipologia, e/o per settore (residenziale, terziario, attività produttive), i trasporti ed il sistema della mobilità anche di tipo portuale, ove pertinente. I risultati dell'analisi sono stati raggruppati in tabelle sinottiche, riportate nella Appendice A-I.

COMUNE	DATA STESURA PEC	NUMERO SCHEDE D'AZIONE	DESCRIZIONE	VOCI PRESENTI e NOTE
Ancona [49]	Ottobre 2008	15	Le schede rappresentano le Azioni Prioritarie da realizzare e sono suddivise secondo le seguenti tipologie: - Azioni di risparmio energetico - Azioni volte ad aumentare l'utilizzo di Fonti Rinnovabili - Azioni di Management, Programmazione e Studio - Comunicazione e Formazione	Descrizione dell'azione Descrizione della tecnologia Risvolti ed obiettivi dell'azione Soggetti interessati Esempi di buone pratiche Aspetti economici Altri aspetti
Bologna [41][42][43][44][45]	Ottobre 2007	25	Le schede sono suddivise secondo sei Aree tematiche: - Reti - Involucro - Impianti termici - Illuminazione ed apparecchiature elettriche - Ciclo d'acqua - Integrazione fonti rinnovabili	Descrizione Riferimenti Normativi e Legislativi Requisiti applicativi Tipologia d'intervento e prestazioni energetiche Note e osservazioni  <i>Le linee guida si articolano secondo diversi livelli di priorità dando luogo alla matrice priorità/prescrizioni</i>
Brescia [38]	Agosto 2002	22	Non sono presenti delle vere e proprie schede d'azione ma delle Linee di Attività di carattere abbastanza generico. Sono suddivise secondo gli obiettivi che si intende realizzare: - Conseguimento di una maggiore consapevolezza sul tema dell'energia - Riduzione dei carichi elettrici - Riduzione del consumo di gas naturale - Riduzione dell'impatto dei trasporti - Diffusione delle fonti rinnovabili e di tecnologie efficienti	
Forlì [50]	Aprile 2008	9	Le nove Schede rappresentano le attività da perseguire prioritariamente	Descrizione dell'intervento Costi e benefici attesi  <i>Sono riportate anche le attività di monitoraggio volte a verificare lo stato di attuazione di ciascuna attività. Sono presenti le voci:</i> - <i>Indicatori</i> - <i>Frequenza monitoraggio</i> - <i>Ente preposto</i>
Modena [39]	Marzo 2007	17	Sono suddivise in tre ambiti diversi: - Pianificazione urbana sostenibile - Sistemi per la razionalizzazione ed il contenimento dei consumi energetici - La mobilità sostenibile	Soggetto promotore Settore capofila Obiettivo specifico Riferimento al PEC Target Azioni previste Strumenti attuativi Altri settori/servizi coinvolti Partners coinvolti Tempi di attuazione previsti Procedure di valutazione Indicatori dei risultati ottenuti

Tabella 68 – Quadro sinottico delle schede d'azione per diversi comuni italiani (1/2)

COMUNE	DATA STESURA PEC	NUMERO SCHEDE D'AZIONE	DESCRIZIONE	VOCI PRESENTI e NOTE
Piacenza [51]	Marzo 2008	16	Le schede d'Azione rappresentano la sintesi delle Direttive d'Intervento presentate nel PEC	Soggetti coinvolti Tempi di realizzazione Efficacia Obiettivi Risorse  <i>Le Direttive d'Intervento sono ampiamente descritte all'interno del PEC</i>
Udine [52]	Marzo 2004	15	Le schede d'Azione sono presentate in maniera molto dettagliata	Descrizione della tecnologia Obiettivi dell'azione Soggetti promotori Passi dell'azione Potenziale risparmio energetico Potenziali effetti occupazionali Altri benefici Costi Ostacoli e vincoli normativi, istituzionali e territoriali Barriere di mercato Accettabilità degli utenti e/o degli operatori Indicatori per la valutazione dell'azione
Venezia [53]	Dicembre 2004	41	Le schede d'azione sono descrittive delle attività in cantiere o programmate per il biennio successivo alla stesura del PEC . Sono di tre tipologie diverse: - Azioni che riguardano l'introduzione di criteri energetici in strumenti procedurali, pianificatori e di regolamentazione comunali - Progetti realizzativi a diverso stato di avanzamento - Azioni di educazione, informazione e promozione	Obiettivo dell'azione Soggetti promotori Attori coinvolti o coinvolgibili Passi dell'azione Potenziale risparmio energetico e delle emissioni Altri benefici Costi complessivi Accettabilità degli utenti e/o degli operatori Interazione con altre azioni del piano Interazioni con altri piani Indicatori per la valutazione dell'azione  <i>Le schede d'azione sono aggiornate a Dicembre 2004, mentre il PEC è stato redatto a Ottobre 2003. Per questo motivo per ciascuna scheda viene specificato se l'attività è in corso di realizzazione, è in attesa di verifica o è nuova</i>

Tabella 69 – Quadro sinottico delle schede d'azione per diversi comuni italiani (2/2)