

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA' Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

COMUNE DI MANTOVA

REVISIONE DEL PIANO ENERGETICO COMUNALE

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA' Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

INDICE

1. Introduzione	pg. 3
2. Sintesi del Piano Energetico Comunale	pg. 4
3. Obiettivi di riduzione dei gas climalteranti	pg. 9
3.1 Il deficit italiano rispetto agli obiettivi imposti	pg. 10
4. Strumenti di incentivazione delle energie rinnovabili	pg. 15
4.1 Impianti eolici e a biomasse	pg. 16
4.2 Impianti fotovoltaici	pg. 20
5. Bilancio energetico del Comune di Mantova	pg. 23
6. Possibili iniziative del Comune di Mantova	pg. 25
6.1 Sviluppo del fotovoltaico	pg. 26
6.2 Piano dell'Illuminazione Pubblica	pg. 33
6.3 Implementazione del teleriscaldamento	pg. 38
6.4 Sviluppo degli impianti geotermici	pg. 46

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

1 INTRODUZIONE

Con disciplinare di incarico sottoscritto il 23/12/2010 il comune di Mantova ha affidato al sottoscritto l'incarico per la revisione del Piano Energetico Comunale e l'individuazione di aree idonee allo sviluppo di eventuali iniziative nel settore fotovoltaico.

Il Piano Energetico Comunale (P.E.C.) è stato elaborato nel 2007 da parte del Comune di Mantova con il supporto tecnico del Dipartimento di Scienze e Tecnologie dell'Ambiente Costruito del Politecnico di Milano. Il P.E.C. si propone di definire la scelte strategiche per la pianificazione territoriale, è finalizzato alla riduzione dell'impatto ambientale della produzione di energia, al miglioramento dell'efficienza dell'utilizzo e della produzione dell'energia, nonché alla promozione dell'utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia per la riduzione delle emissioni di gas climalteranti.

Nel presente documento sono stati effettuati alcuni approfondimenti tecnici per comprendere le potenzialità di alcune delle iniziative previste dal P.E.C., tra cui sono state selezionate quelle di più immediata applicabilità.

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

2 SINTESI DEL PIANO ENERGETICO COMUNALE

Il Piano Energetico del Comune di Mantova è stato elaborato nel 2007 dal Comune che si è avvalso del supporto tecnico scientifico fornito dal Dipartimento di Scienza e Tecnologie dell'Ambiente Costruito del Politecnico di Milano.

Il P.E.C. è finalizzato alla riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di inquinanti e di gas climalteranti all'interno del Comune di Mantova.

Gli elementi portanti del P.E.C. sono costituiti da tre macro Progetti, che sono riportati di seguito:

- Progetto Efficienza Energetica.
- Progetto Emissioni Zero.
- Progetto Energia Impresa.

Il **Progetto Efficienza Energetica** si propone, aumentando la consapevolezza ed il coinvolgimento della cittadinanza, di pianificare in modo intelligente le scelte collettive ed individuali di consumo dell'energia, facendo leva, oltre che sulla consapevolezza ambientale, sulla valutazione economica della redditività degli interventi.

Molti interventi di risparmio energetico garantiscono infatti indici di profitto molto vantaggiosi, in considerazione sia dello stato del patrimonio edilizio esistente, poco performante dal punto di vista energetico e quindi suscettibili di importanti miglioramenti, sia del prevedibile aumento delle tariffe energetiche che valorizzerà sempre più l'efficienza energetica.

Per essere sviluppato adeguatamente questo progetto necessita di una attività preliminare molto importante di rilievo dello stato del patrimonio edilizio, che deve essere basata sulla organizzazione informatica dei dati relativi agli Attestati di Certificazione Energetica, la creazione di un Catasto Energetico digitale e così via.

Le azioni a tal fine che devono essere messe in campo dal Comune sono le seguenti:

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

1. Regolamento edilizio comunale.

All'interno del P.E.C. è stato predisposto un allegato tecnico, elaborato dal Dipartimento BEST del Politecnico di Milano, dal titolo "Criteri per la progettazione energetica ed ambientale del territorio". Questo allegato, che dovrebbe diventare un elemento caratterizzante del Nuovo Regolamento Edilizio, è finalizzato ad individuare i criteri tecnici per incrementare i rendimenti energetici degli edifici di nuova costruzione e di quelli in fase di ristrutturazione.

2. Organizzazione informatizzata e diretta della raccolta degli ACE.

La D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 assegna ai Comuni il compito di raccogliere gli Attestati di Certificazione Energetica.

La raccolta di questi attestati e la relativa elaborazione costituisce la base informativa per la pianificazione e la definizione delle politiche di incentivazione degli interventi sugli edifici privati.

3. Creazione di uno sportello per la riqualificazione energetica.

Uno dei maggiori ostacoli alla realizzazione degli interventi di riqualificazione energetica (in particolare sul patrimonio edilizio) è la mancanza di informazione; tale lacuna riguarda in prima battuta la cittadinanza ed in misura minore ma non trascurabile anche diversi professionisti del settore. Questo aspetto si traduce in una limitata diffusione degli interventi che vengono effettuati, poiché i cittadini/committenti non conoscono i benefici, anche economici, di interventi spesso di limitata entità (coibentazione, valvole termostatiche, sostituzione caldaie a bassa efficienza, ecc.) e di facile realizzazione. Uno sportello informativo ed una eventuale campagna di sensibilizzazione potrebbe essere utile, in una fase iniziale, per superare questi problemi.

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

4. Diagnosi energetica e certificazione edifici pubblici.

La diagnosi e la certificazione energetica degli edifici pubblici sono indispensabili per pianificare la più conveniente strategia di riqualificazione energetica degli edifici stessi e progettare i conseguenti interventi di adeguamento.

5. Piano per l'Illuminazione Pubblica.

L'Amministrazione comunale approva il Piano per l'Illuminazione Pubblica. Il Piano prevede di adeguare l'impianto di illuminazione pubblica a quanto richiesto dalla Legge Regionale (al fine di limitare l'inquinamento luminoso) e persegue l'ottimizzazione dei consumi energetici, che può consentire un risparmio importante di risorse economiche per i cittadini, una diminuzione dei consumi di energia primaria ed una riduzione dei gas climalteranti.

Tale aspetto riveste una certa rilevanza se si considera che sul territorio comunale sono presenti circa 9.000 punti luce di cui 3/4 di proprietà del Comune ed 1/4 di proprietà di ENEL.

L'obiettivo del **Progetto Emissioni Zero** è quello di avviare una riqualificazione energetica ed ambientale, principalmente degli edifici comunali, partendo dalla valutazione dell'effetto che gli edifici di nuova costruzione avranno globalmente sul territorio.

Sono infatti previsti sofisticati meccanismi di compensazione tra i risparmi di energia primaria conseguiti dagli interventi di riqualificazione energetica su edifici pubblici da parte delle imprese costruttrici di nuove edificazioni, da un lato, ed i consumi energetici delle edificazioni stesse, dall'altro. A tal fine sono previste misure di incentivazione basate anche sulla possibilità di aumentare le volumetrie assentite fino al 5 %.

Mediante questi meccanismi compensativi, gli edifici di nuova realizzazione dovranno risultare a Emissioni Zero.

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

Il **Progetto Energia Impresa** parte dalla valutazione del Bilancio Energetico Comunale che mostra una fortissima preminenza energetica del settore industriale su quello dei consumi civili.

Nell'ambito di questo Progetto vengono illustrate possibili iniziative relative alla creazione di un polo di ricerca sulle energie rinnovabili e l'efficienza energetica a Valdarò. Tali iniziative, secondo gli estensori del P.E.C., dovranno coinvolgere il Comune e le società partecipate (ad es. la TEA S.p.a.) da una parte e dall'altra – tramite le Associazioni di Categoria - le grandi imprese energivore operanti sul territorio comunale, responsabili della quasi totalità dei consumi energetici.

L'area strutturata di Valdarò dovrebbe fungere da incubatore di imprese del settore energetico, merceologico ed ambientale: lo sviluppo dell'area dovrebbe essere affidata ad un soggetto sviluppatore individuato dal Comune di Mantova.

Tra le iniziative funzionali a questo Progetto è suggerita la realizzazione di 10.000 mq di generazione fotovoltaica nel prossimo quinquennio nei siti produttivi mantovani, pari a circa 1.5 Mwp installati con investimenti stimabile in 7.000.000 di Euro (oggi significativamente inferiori).

Il P.E.C. ha altresì ipotizzato alcuni possibili scenari di riduzione dei fabbisogni di energia, soffermandosi in maniera particolare sulla valutazione del potenziale energetico da fonti rinnovabili solari.

Gli scenari considerati sono cinque e consistono in:

- Scenario 0, determinato secondo i trend dei consumi attuali (scenario peggiore).
- Scenario 1, determinato nel caso in cui fosse previsto un sistema per poter controllare il rispetto della normativa sugli interventi di nuova costruzione.
- Scenario 2, assume le ipotesi dello Scenario 1 e considera gli effetti benefici del progetto "Emissioni Zero".

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

- Scenario 3, assume le ipotesi dello Scenario 2 e considera gli effetti benefici di interventi di riqualificazione energetica degli edifici esistenti secondo un tasso di ristrutturazione fissato nel 1,2 % annuo.
- Scenario 4, assume le ipotesi dello Scenario 2 e considera gli effetti benefici di interventi di riqualificazione energetica degli edifici esistenti secondo un tasso di ristrutturazione fissato nel 2,8 % annuo (più consistente che nello Scenario 3).

I risultati di queste simulazioni hanno evidenziato che, fino allo sviluppo completo della rete di teleriscaldamento di TEA vi sarà un andamento decrescente dei consumi energetici della città. Dopodiché ogni scenario prevede una diminuzione dei consumi rispetto allo scenario zero, ma gli unici scenari che possono consentire un andamento decrescente dei consumi nel lungo periodo (fino al 2020) sono quelli che prevedono interventi di riqualificazione energetica degli edifici esistenti secondo un determinato tasso di ristrutturazione annuo. Lo scenario 5 consentirebbe una riduzione dei consumi fino al 26 % nel 2010.

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

3 OBIETTIVI DI RIDUZIONE DEI GAS CLIMALTERANTI

L'11 dicembre 1997 è stato sottoscritto il Protocollo di Kyoto. Con la sua ratifica da parte della Russia il Protocollo di Kyoto è divenuto vincolante nel 2005.

L'obiettivo del Protocollo di Kyoto è di ridurre entro il periodo 2008-2012 del 5,2% (rispetto ai livelli di emissione del 1990) le emissioni dei gas climalteranti provenienti dal consumo di energia (principalmente anidride carbonica CO₂, ma anche gas metano, protossido di azoto, esafluoruro di zolfo, idrofluorocarburi e perfluorocarburi).

Con il Protocollo di Kyoto, l'UE-15 si è data come obiettivo di ridurre, entro il 2012, le emissioni collettive di gas ad effetto serra dell'8% rispetto ai livelli del 1990.

L'Italia dovrà ridurre le emissioni di una percentuale pari all'6,5% rispetto ai livelli del 1990.

Gli obiettivi possono essere conseguiti attraverso azioni diverse (p.es. riduzione dei consumi energetici nel settore dei trasporti; aumento dell'efficienza nella produzione di energia elettrica; produzione di energia da fonti rinnovabili; riduzione dei consumi energetici nei settori industriale/abitativo/terziario; ecc.).

Nel dicembre 2008 gli organi legislativi comunitari (Parlamento europeo, Consiglio) hanno approvato il pacchetto clima-energia presentato dalla Commissione nel gennaio 2008. Con il pacchetto clima-energia l'UE si dà l'obiettivo di ridurre per il 2020 del 20 % le emissioni di gas a effetto serra rispetto al 1990, nonché di portare al 20 % il risparmio energetico e di portare al 20 % il consumo di energia da fonti rinnovabili. Il pacchetto comprende provvedimenti sul sistema di scambio di quote di emissione con l'obiettivo di ridurre le emissioni dei gas climalteranti del 21% nel 2020 rispetto al 2005.

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA' Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

3.1 Il deficit italiano rispetto agli obiettivi imposti

Uno studio dell'Agenzia europea dell'Ambiente del 2008 (*Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2008 - EEA Report No 5/2008 - Tracking progress towards Kyoto targets*) fornisce un quadro sui progressi fatti dai singoli Stati membri per raggiungere gli obiettivi di Kyoto al 2020. Lo studio si basa sui dati e sulle proiezioni forniti da ciascuno Stato membro.

Sulla base delle proiezioni nazionali fatte per l'anno 2010, dodici dei quindici Stati membri considerati nello studio (Austria, Belgio, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Lussemburgo, Paesi Bassi, Portogallo, Svezia e UK) raggiungeranno gli obiettivi di Kyoto previsti per il periodo 2008-2012.

Solo tre dei quindici Stati membri, tra cui l'Italia (insieme alla Spagna e la Danimarca) non raggiungeranno gli obiettivi di Kyoto previsti per il periodo 2008-2012. Questa previsione si basa su proiezioni effettuate su dati forniti dagli stessi Stati membri.

Per quanto riguarda l'Italia, lo studio dell'Agenzia europea dell'Ambiente evidenzia che le emissioni dell'anno 2006 (567,9 Mt CO₂ eq) erano 10% superiori alle emissioni base del 1990 (516,9 Mt CO₂ eq) e, pertanto, ben al di sopra della riduzione del 6,5% (483,3 Mt CO₂ eq.) prevista per l'Italia. A differenza dell'Italia, nel 2006 l'UE-15 ha ridotto le emissioni del 2.7%. Il *report* dell'Agenzia europea dell'Ambiente non manca comunque di constatare come nel 2007 l'Italia abbia fatto significativi progressi.

L'Italia è in grave ritardo sul raggiungimento degli obiettivi previsti dal Protocollo di Kyoto

I contributi alle emissioni derivano da diversi settori delle attività umane, in particolare:

- Produzione e consumo di energia.

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA' Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

- Trasporti.
- Agricoltura.
- Gestione e smaltimento rifiuti.
- Attività industriali

I settori sui quali il Comune di Mantova, nell'ambito della realizzazione del Piano energetico, può intervenire e contribuire al raggiungimento degli obiettivi su scala locale, sono i seguenti:

- Energia (produzione e consumo).
- Trasporti.

In aggiunta può essere valutato, in maniera separata, anche il settore dei rifiuti che, seppure non direttamente interessato dal Piano Energetico Comunale, può dare un importante contributo alla riduzione dei gas climalteranti. La pianificazione in questo senso dovrebbe comunque avvenire su scala perlomeno provinciale.

Per poter valutare le emissioni dei gas climalteranti per ogni singolo settore, occorre fare riferimento ad un autorevole studio pubblicato nel 2008 - elaborato quindi prima della crisi economica mondiale - dall'Agenzia europea dell'ambiente (*Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2008 - EEA Report No 5/2008 - Tracking progress towards Kyoto targets*). Il grafico, che rappresenta il trend della produzione di energia riferito all'Italia relativo a 6 settori principali, è riportato in Fig. 1

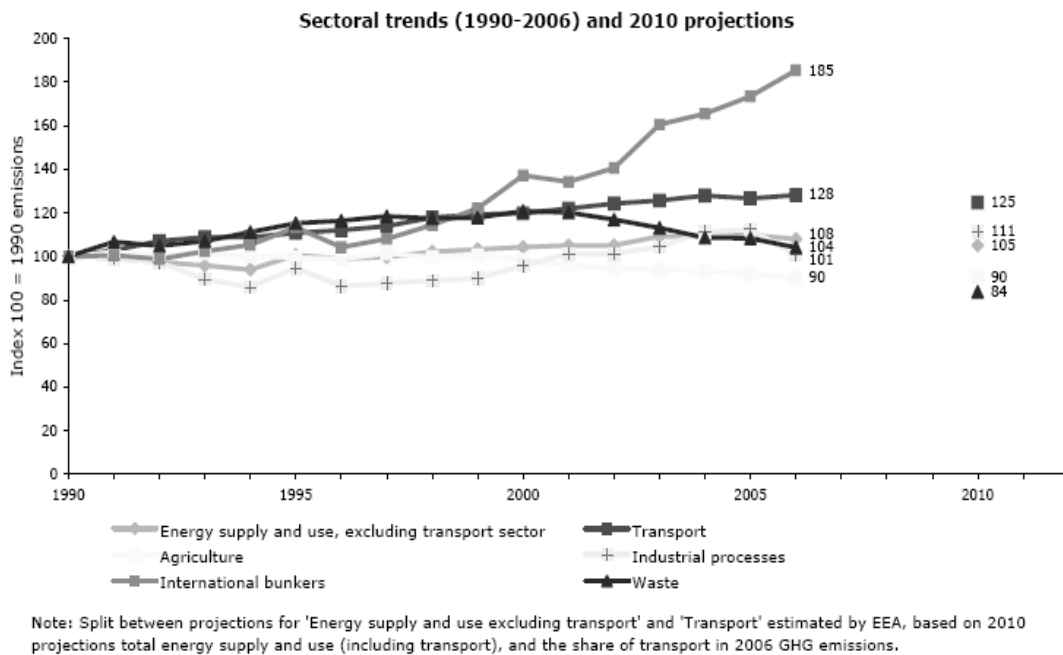


Figura 1 : Italia – Trend emissioni per settori (1990-2006) e previsioni al 2020.

Fonte: *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2008 - EEA Report No 5/2008 - Tracking progress towards Kyoto targets.*

Come dimostra il grafico sopra riportato, l'apporto emissivo del settore della produzione e del consumo energetico (con l'esclusione dei trasporti) è aumentato del 8 % rispetto al 1990; questo dato è sicuramente destinato a diminuire nel tempo in considerazione delle misure di incentivazione dell'impiego delle fonti energetiche rinnovabili, degli interventi di risparmio energetico, oltre che dell'impatto su questo settore della crisi economica. Lo sviluppo dell'energia nucleare dovrebbe consentire un'ulteriore importante diminuzione delle emissioni di gas climalteranti derivanti dalla produzione di energia.

Lo studio mostra altresì come il contributo del settore dei trasporti sia in costante aumento dal 1990, anno rispetto al quale le emissioni nel 2006 erano già aumentate del 28 %: questo dato dimostra come i miglioramenti tecnologici degli autoveicoli (in particolare l'aumento dei rendimenti dei motori a combustione interna e la conseguente diminuzione delle emissioni

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

specifiche) non sia sufficiente a compensare l'incremento complessivo del settore (in particolare dei volumi delle merci trasportate). Questo dato deve far riflettere gli amministratori dei centri urbani sull'importanza di pianificare l'evoluzione di questo settore partendo fin dalla progettazione dei Piani Regolatori Comunali.

Risulta interessante anche il dato relativo alle emissioni del settore dello smaltimento dei rifiuti, molto spesso sottovalutato e sostanzialmente escluso dalle politiche di incentivazione delle Best Practices per la riduzione di gas climalteranti. Tale settore, secondo una stima effettuata da Prognos nel 2008 e secondo alcuni studi effettuati dall'Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, potrebbe garantire per l'Italia una riduzione delle emissioni di CO₂ corrispondente al 30 % degli obiettivi fissati dal Protocollo di Kyoto al 2020 (30 Mil. di ton di CO₂eq.).

Il grafico evidenzia che, nonostante al 2006 le emissioni fossero quasi equivalenti rispetto al 1990, vi sia stato un calo delle emissioni rispetto agli anni a cavallo del 2000. Inoltre le proiezioni per gli anni successivi prevedono un'ulteriore riduzione delle emissioni, dovuta, tra le altre cose, alla riduzione dell'utilizzo della discarica come soluzione per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani. Le emissioni metanogene delle discariche, anche controllate, costituiscono una porzione molto rilevante delle emissioni complessive di questo settore.

Tuttavia, rispetto alla media UE-27 (come si vedrà nel grafico successivo) i dati e le previsioni relative all'Italia sono nettamente peggiori; nel nostro Paese il ricorso alla discarica è ancora molto diffuso ed il relativo impatto ambientale ed ancora di più il contributo emissivo di gas climalteranti sono molto sottovalutati; anche questo dato è di estremo interesse per gli amministratori e dovrebbe costituire un elemento portante della pianificazione del ciclo dei rifiuti.

Nel grafico in Fig. 2 sono riportati i dati relativi alla media UE-27. Dall'estrapolazione dei dati si ricava che, per quanto riguarda i settori di interesse ai fini di questo documento, ve ne sono due in particolare (energia e rifiuti) rispetto ai quali il trend delle emissioni è significativamente peggiore rispetto alla media.

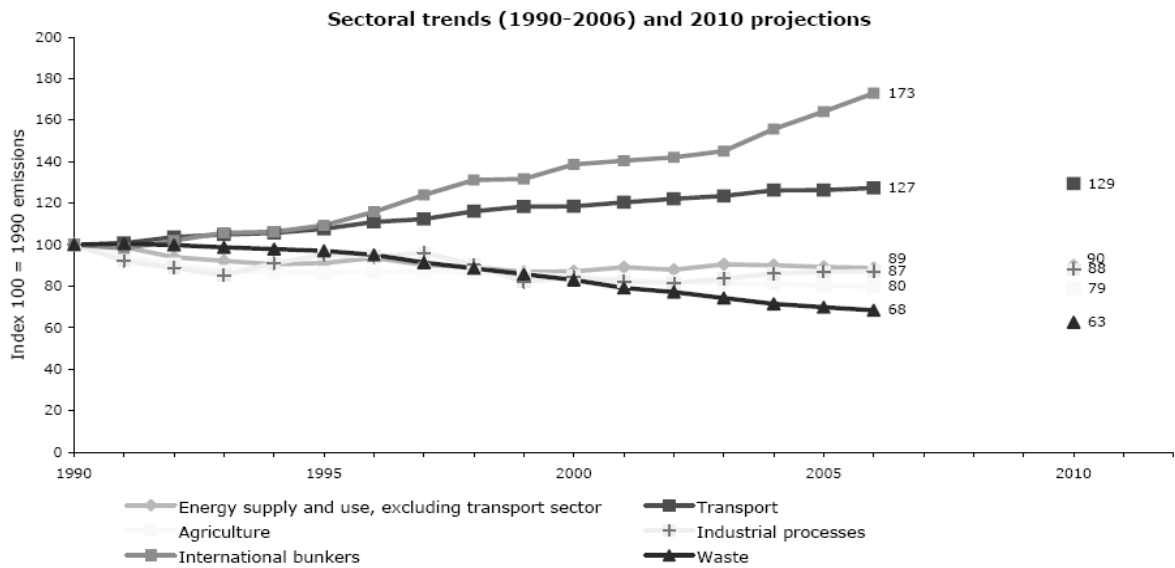


Figura 2: Europa – Trend emissioni per settori (1990-2006) e previsioni al 2020

Fonte: *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2008 - EEA Report No 5/2008 - Tracking progress towards Kyoto targets*

Lo studio sopra menzionato evidenzia infatti che al 2006 le emissioni europee di gas climalteranti derivanti dal settore della produzione e consumo di energia erano a quota 89 rispetto al 1990 (Italia: quota 108), mentre quelle derivanti dal settore rifiuti erano già a quota 68 rispetto al 1990 (Italia: quota 104).

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

4 STRUMENTI DI INCENTIVAZIONE DELLE ENERGIE RINNOVABILI

Il primo strumento per l'incentivazione delle fonti energetiche rinnovabili è stato introdotto nel nostro ordinamento nel 1999, ed è costituito dal **Decreto Legislativo 16/03/1999 n. 79** che ha introdotto l'obbligo a carico dei produttori e degli importatori di energia elettrica prodotta da fonti non rinnovabili, di immettere nel sistema elettrico nazionale, una quota minima di elettricità prodotta da impianti alimentati a fonti rinnovabili entrati in esercizio dopo il 1° Aprile 1999.

I produttori ed importatori soggetti all'obbligo possono adempiervi immettendo in rete elettricità prodotta da fonti rinnovabili oppure, in alternativa, acquistando direttamente da altri produttori dei titoli, denominati certificati verdi (CV), comprovanti la produzione dell'equivalente quota.

La politica di incentivazione diretta dell'energia prodotta da fonte rinnovabile è stata sviluppata a partire dal 2005, anno in cui è stato emanato, da parte del Ministro delle Attività Produttive, di concerto col Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, il Decreto 24 ottobre 2005 recante *“Aggiornamento delle direttive per l'incentivazione dell'energia prodotta da fonti rinnovabili”*.

Negli anni a seguire sono stati emanati diversi Decreti integrativi per l'incentivazione dell'energia prodotta dalle Fonti Energetiche Rinnovabili (F.E.R.). La ricostruzione puntuale degli atti amministrativi che sono stati emanati è complessa e non viene riportata in quanto esula dagli scopi del presente documento. Per ulteriori dettagli ci si può riferire al sito web:

<http://www.gse.it/attivita/Incentivazioni%20Fonti%20Rinnovabili/Pagine/QuadroNormativo.aspx>

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA' Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

Il sistema di incentivazione dell'energia prodotta dalle F.E.R. attualmente in vigore, riferito agli impianti eolici, fotovoltaici ed a biomasse, è riportato nei paragrafi che seguono.

4.1 Impianti eolici e a biomasse

Per queste tipologie di impianti entrati in esercizio a partire dal 1° gennaio 2008, sono previste due possibili forme di incentivazione, tra di loro alternative, a scelta del produttore di energia:

- i Certificati Verdi (CV);
- la Tariffa Omnicomprensiva (TO).

Entrambe le forme di incentivazione hanno una durata di 15 anni, a decorrere dalla data di collegamento con la rete elettrica nazionale.

Il meccanismo dei Certificati Verdi prevede che l'energia prodotta da F.E.R. sia remunerata da due contributi, il primo costituito appunto dai CV maturati ed il secondo corrispondente al valore dell'energia prodotta e immessa in rete (equivalente al valore di mercato della tariffa zonale oraria oppure calcolato secondo il meccanismo dello scambio sul posto).

I Certificati Verdi hanno un valore differenziato per tipologia di F.E.R. secondo i coefficienti moltiplicativi stabiliti dalla Legge 23/07/2009 n.99 e riportati nella tabella sottostante:

F.E.R.	COEFFICIENTE
Eolica per impianti di taglia superiore a 200 kW	1,00
Eolica offshore	1,50

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA' Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

Geotermica	0,90
Moto ondoso e maremotrice	1,80
Idraulica diversa da quella del punto precedente	1,00
Rifiuti biodegradabili, biomasse diverse da quelle di cui al punto successivo	1,30
Biomasse e biogas prodotti da attività agricola, allevamento e forestale da filiera corta	1,80
Gas di discarica e gas residuati dai processi di depurazione e biogas diversi da quelli del punto precedente	0,80

Tab. 1. Coefficienti moltiplicativi dei Certificati Verdi

Secondo quanto stabilito dalla Legge Finanziaria del 2008 i Certificati Verdi sono collocati sul mercato a un prezzo pari alla differenza tra il valore di riferimento – fissato a 180 €/MWh - ed il valore medio annuo del prezzo di cessione dell'energia elettrica definito dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas.

Pertanto, il Numero dei Certificati Verdi (NCV) corrisposti al produttore dell'energia è dato dalla seguente relazione:

$$\text{NCV} = \text{Energia Immessa (MWh)} * \text{Coefficiente correttivo}$$

La Tariffa Onnicomprensiva, richiesta dal produttore di energia in alternativa al meccanismo dei Certificati Verdi, può essere corrisposta per gli impianti eolici di potenza

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA' Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

nominale media annua non superiore a 0,2 MW, e per gli impianti a biomasse di potenza non superiore a 1 MW.

I valori della tariffa onnicomprensiva variano in dipendenza della F.E.R. e sono riportati nella Tabella 3 della Legge Finanziaria 2008.

F.E.R.	TARIFFA (€cent/kWh)
Eolica per impianti di taglia inferiore a 200 kW	30
Geotermica	20
Moto ondoso e maremotrice	34
Idraulica diversa da quella del punto precedente	22
Biogas e biomasse, esclusi i biocombustibili liquidi ad eccezione degli oli vegetali puri tracciabili attraverso il sistema integrato di gestione e di controllo previsto dal regolamento (CE) n. 73/2009 del Consiglio, del 19 gennaio 2009	28
Gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biocombustibili liquidi ad eccezione degli oli vegetali puri tracciabili attraverso il sistema	18

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA'
	Mantova
PROGETTO Revisione Piano energetico comunale	

integrato di gestione e di controllo previsto dal regolamento (CE) n. 73/2009 del Consiglio, del 19 gennaio 2009	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Tab. 2. Tariffe onnicomprensive per impianti a fonti rinnovabili.

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA'		
	Mantova		
PROGETTO			
Revisione Piano energetico comunale			

4.2 Impianti fotovoltaici

La produzione di energia da impianti fotovoltaici è stata incentivata in tre diverse fasi a partire dal 2005, mediante meccanismi che hanno stabilito diverse modalità e diversi valori di corresponsione degli incentivi, che vengono riconosciuti dal cd. Conto Energia.

Con il primo Conto Energia entrato in vigore nel 2005 la tariffa incentivante si applicava agli impianti di potenza compresa fra 1 e 20 kW, ed era pari a 0,445 euro/kWh.

In caso di integrazione architettonica la tariffa incentivante veniva incrementata del 10% e diventava pari a 0,489 euro/kWh . A questo inoltre si poteva aggiungere il valore dell'energia ceduta in rete mediante il meccanismo dello scambio sul posto.

Il secondo Conto Energia è regolamentato dal Decreto 19 febbraio 2007 del Ministro dello sviluppo economico di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare recante *“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.”*

Le tariffe incentivanti, che vengono corrisposte in aggiunta al valore dell'energia prodotta dall'impianto, riferite all'anno 2010 (vendita diretta dell'energia oppure scambio sul posto) sono riportate nella tabella di seguito.

Potenza nominale dell'impianto (kW)	Tipologia Impianto		
	Non integrato	Parzialmente integrato	Integrato
1 ≤ P ≤ 3	0,384	0,365	0,346
3 < P ≤ 20	0,422	0,403	0,384
P > 20	0,470	0,442	0,422

Tab. 3 Tariffe incentivanti impianti fotovoltaici allacciati in rete entro il 31/12/2010.

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA' Mantova			
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale			

Il terzo Conto Energia è invece regolamentato dal Titolo II del DM 6/8/2010, le cui tariffe incentivanti (che si sommano sempre al valore dell'energia prodotta dall'impianto) sono riportate nella Tabella sottostante.

	TARIFFA CORRISPONDENTE				
	A)		B)		
Intervallo di potenza	Impianti entrati in esercizio in data successiva al 31 dicembre 2010 ed entro il 30 aprile 2011		Impianti entrati in esercizio in data successiva al 30 aprile 2011 ed entro il 31 agosto 2011		
	Impianti fotovoltaici realizzati sugli edifici	altri impianti fotovoltaici	Impianti fotovoltaici realizzati sugli edifici	altri impianti fotovoltaici	
[kW]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	
1 < P < 3	0,402	0,362	0,391	0,347	
3 < P < 20	0,377	0,339	0,360	0,322	
20 < P < 200	0,358	0,321	0,341	0,309	
200 < P < 1000	0,355	0,314	0,335	0,303	
1000 < P < 5000	0,351	0,313	0,327	0,289	
5000 < P	0,333	0,297	0,311	0,275	

Tab. 4. Tariffe incentivanti impianti fotovoltaici allacciati in rete oltre il 31/12/2010.

Gli incentivi descritti hanno consentito all'Italia di raggiungere 2.000 MW di potenza nominale installata alla fine del 2010 (fonte: GSE). E' prevedibile che entro pochi mesi possano essere raggiunti gli 8.000 MW di potenza installata.

E' importante segnalare che è stato recentemente sottoscritto dai Ministri dello Sviluppo Economico e dell'Ambiente un Decreto che prevede la possibilità di modificare i contributi sopra-riportati, per gli impianti fotovoltaici che si allacceranno alla rete successivamente al 31 Maggio 2011. Tale Decreto, che alla data di redazione del presente

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

documento (9 Marzo 2011) è in attesa di promulgazione da parte del Presidente della Repubblica e non è quindi pubblicato in Gazzetta Ufficiale, prevede l'emanazione di successivi decreti attuativi che ridetermineranno il valore degli incentivi per gli impianti che si collegheranno alla rete successivamente alla data del 31 Maggio 2011.

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

5 BILANCIO ENERGETICO DEL COMUNE DI MANTOVA

I flussi di energia relativi al Comune di Mantova e riferiti all'anno 2005 sono stati determinati e riportati all'interno del Piano Energetico Comunale.

Gli elementi salienti dei flussi energetici sono rappresentati di seguito.

Il consumo totale di Energia in entrata è costituito da oltre 100.000 TJoule sottoforma di greggio e di oltre 40.000 TJoule sotto forma di metano, per un totale di quasi 150.000 TJoule.

La fornitura di greggio è utilizzata per la quasi totalità dalle attività di raffinazione, i cui prodotti finiti vengono in massima parte esportati, e solo una piccola parte di calore proveniente dalla raffineria viene utilizzata dalla città per il teleriscaldamento.

L'energia primaria utilizzata proveniente dal metano è invece utilizzata in buona parte per la produzione di energia elettrica, che viene esportata per circa l'80 % (corrispondente a 15.000 Tjoule), e per la produzione di calore che viene in parte utilizzato (9.500 Tjoule) nell'ambito della città per il teleriscaldamento ed in parte sprecato (8.500 Tjoule) per via dell'incompleto sviluppo della rete stessa. La rimanente frazione di metano (7 - 8.000 Tjoule) è utilizzata per il consumo della città nel suo complesso (usi civili, industriali, trasporti e terziario).

Il consumo locale città di Mantova (usi civili, industriali, trasporti e terziario) è ammontato nel 2005 a 22.000 Tjoule (usi civili, industriali e terziario), del quale meno del 10 % (1.800 Tjoule) destinato agli usi civili. La parte del leone è rappresentato dal settore industriale che ha consumato circa 18.000 Tjoule.

Le considerazioni salienti che possono essere fatte sul Bilancio Energetico del Comune sono le seguenti.

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA'
	Mantova
PROGETTO Revisione Piano energetico comunale	

- Vi è una evidente sproporzione tra consumi industriali (intesi come raffinazione, polo chimico, produzione dell'energia, ecc.) ed i consumi civili della città, che incidono per meno dell'1 % sul bilancio energetico comunale (1.800 Tjoule contro 150.000 Tjoule).
- Vi è una netta preponderanza della componente costituita dalla raffinazione netta , che incide per i 2/3 sul bilancio energetico comunale (oltre 100.000 Tjoule contro 150.000 Tjoule).
- La produzione di energia elettrica è destinata per circa l'80 % all'esportazione (bilancio energetico comunale (15.000 Tjoule esportati su 18.000 Tjoule prodotti). Il calore prodotto nel 2005 veniva sprecato per circa il 50 % a causa della limitatezza dell'impianto di teleriscaldamento.

I dati sopra rappresentati evidenziano l'impatto che hanno le attività industriali e di produzione di energia sul territorio mantovano. Emerge pertanto con chiarezza l'importanza di ottimizzare i flussi ed aumentare l'efficienza energetica del sistema, anche mediante l'attivazione di processi di simbiosi industriale tra le aziende, nonché la necessità di diminuire l'impatto ambientale complessivo del polo chimico e di applicare le Migliori Tecnologie Disponibili ai processi industriali.

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

6 POSSIBILI INIZIATIVE DEL COMUNE DI MANTOVA

Come evidenziato nei capitoli precedenti, il Piano Energetico Comunale tocca molteplici aspetti delle politiche di risparmio energetico, mettendo in risalto le grandi potenzialità delle iniziative che possono essere messe in campo in questo settore.

E' stato evidenziato come debbano essere effettuate sia scelte "di sistema", che devono essere definite dalle politiche ambientali del Comune – teleriscaldamento, polo della ricerca sulle fonti rinnovabili, piano della mobilità, illuminazione pubblica, ecc. - sia scelte di tipo individuale che riguardano le attività dei singoli cittadini (pannelli solari e fotovoltaici, interventi per la coibentazione degli edifici, ecc.).

Nell'ambito del presente documento, finalizzato all'implementazione ed all'aggiornamento del P.E.C., si è puntato ad individuare e selezionare le iniziative che avessero le caratteristiche dell'immediata percorribilità e che potessero quindi garantire risultati in tempi brevi.

Gli aspetti che sono stati approfonditi e le iniziative collegate sono riportati di seguito:

- Individuazione aree di proprietà comunale per investimenti nel settore fotovoltaico
- Piano dell'Illuminazione Pubblica.
- Implementazione teleriscaldamento e sviluppo di tecnologie di cogenerazione a celle combustibili.
- Valutazione delle potenzialità degli impianti geotermici per riscaldamento degli edifici.

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

6.1 Sviluppo del fotovoltaico

Come riportato nei paragrafi precedenti, il riferimento normativo relativo all'incentivazione dell'energia prodotta dal solare fotovoltaico è rappresentato dal Titolo II del DM 6/8/2010 (cd. "terzo Conto Energia"), che prevede una progressiva diminuzione delle tariffe corrisposte. Le tariffe incentivanti sono riferite a 3 scaglioni temporali nell'ambito del 2010 (primo, secondo e terzo quadrimestre dell'anno solare), per ognuno dei quali è prevista una specifica incentivazione che viene man mano a calare passando da un quadrimestre a quello successivo. A partire dal 2012 sono previste ulteriori diminuzioni delle tariffe incentivanti.

Il motivo di questa progressiva diminuzione - oltre all'evidente necessità di limitare le ricadute economiche sulla collettività (i contributi corrisposti dal gse sono "scaricati" sulle bollette per la fornitura di energia elettrica) - deriva dalla constatazione che il costo per questa forma di produzione di energia, in particolare per l'acquisto dei pannelli fotovoltaici, sta significativamente diminuendo; la valutazione effettuata dal legislatore è che comunque nella maggior parte delle aree del Paese queste tariffe saranno sufficienti a coprire i costi degli investimenti.

Per quanto riguarda il Comune di Mantova, bisogna considerare comunque la scarsa producibilità della Pianura Padana rispetto ad altre aree del Paese. Secondo i dati UNI (che, pur essendo i più conservativi, sono quelli che vengono normalmente utilizzati dagli istituti di credito per la valutazione della finanziabilità di un impianto), la producibilità del comune di Mantova è di 1.312 kwh/mq anno, a fronte ad esempio di una producibilità che può arrivare a 1.600 kwh/mq anno per il Centro Italia ed addirittura a 1.700 kwh/mq anno per il Sud Italia.

In termini pratici, questo si traduce, per un impianto ben orientato rispetto alla posizione del sole, in un valore di 1.100 - 1.200 ore annue di pieno funzionamento per unità di potenza installata (kwatt h prodotti / Kwatt installati).

Questi dati, se abbinati a quelli relativi alla valorizzazione economica dell'energia elettrica prodotta, mostrano, ad esempio, che per impianti di piccola taglia realizzati sui tetti allacciati prima del 31 agosto 2011, il corrispettivo annuo per Kwatt installato

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA'
	Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

ammonta a circa 400/500 euro, al lordo dei costi di gestione e manutenzione. Tali valori solo in limitati casi possono garantire il ritorno economico degli investimenti in tempi ragionevoli, considerando che allo stato attuale i costi per l'installazione su una copertura di un impianto di 3 kwatt è di circa 15.000 euro + IVA.

Atteso quindi che le potenzialità del settore per gli impianti civili di piccola e media dimensione sono decisamente limitate, l'attenzione deve essere necessariamente posta su impianti di notevole dimensione, aventi potenza installata da 100 Kwp e oltre.

A tal proposito sono state svolte delle elaborazioni relative allo sfruttamento economico di un impianto avente una potenza installata di 1 MWp.

Sono state fatte una serie di ipotesi relative alla producibilità dell'impianto, alla valorizzazione dell'energia elettrica prodotta, al costo dell'impianto, al valore del mutuo e così via. I dati assunti nell'elaborazione sono riportati nella tabella 5 riportata di seguito:

Tipologia impianto	sopraelevato
Superficie (ha)	> 1
Potenza (KWp)	1.000
Azimuth	0
Tilt	30
Producibilità impianto (kwh/kwp anno)	1.200
Costo impianto (Euro)	4.000.000
Tasso mutuo	4%
Inflazione	2 %
Aumento costo manutenzione	2 %
Degrado dell'efficienza dei moduli	0,5 % anno
Durata mutuo (anni)	15
Tariffa incentivante (€/kWh)	0,335
Prezzo medio di vendita energia (€/kWh)	0,07
Costo manutenzione (Ml euro/anno)	20.000

Tab. 5. Parametri considerati per la simulazione dei profitti derivanti da impianti fotovoltaici a terra.

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA' Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

Nei sottostanti grafici sono riportate le rappresentazioni dell'andamento del flusso di cassa generato dall'impianto, nonché del ricavo derivante dalla vendita di energia confrontato con il valore del mutuo sostenuto per l'acquisto dell'impianto; i valori sono stati elaborati sulla base delle ipotesi riportate in precedenza, in previsione dell'allacciamento dell'impianto entro il 31/08/2011 (grafico 1) ovvero il 31/12/2011 (grafico 2).

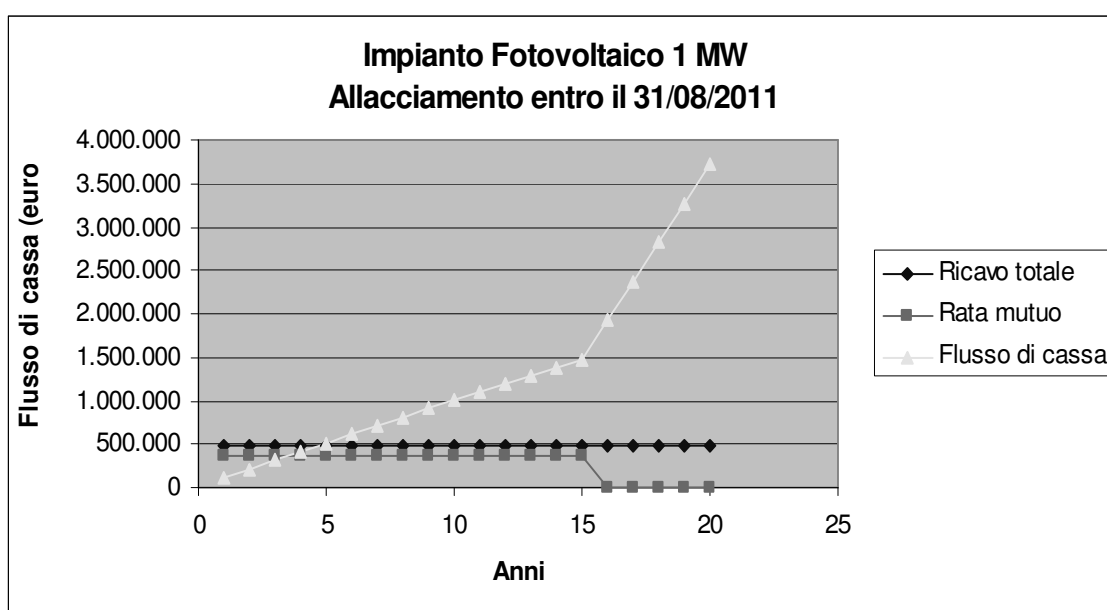


Grafico 1. Rappresentazione del flusso di cassa generato da impianto fotovoltaico su pensiline (potenza installata 1 MWatt). Impianto allacciato entro il 31/08/2011.

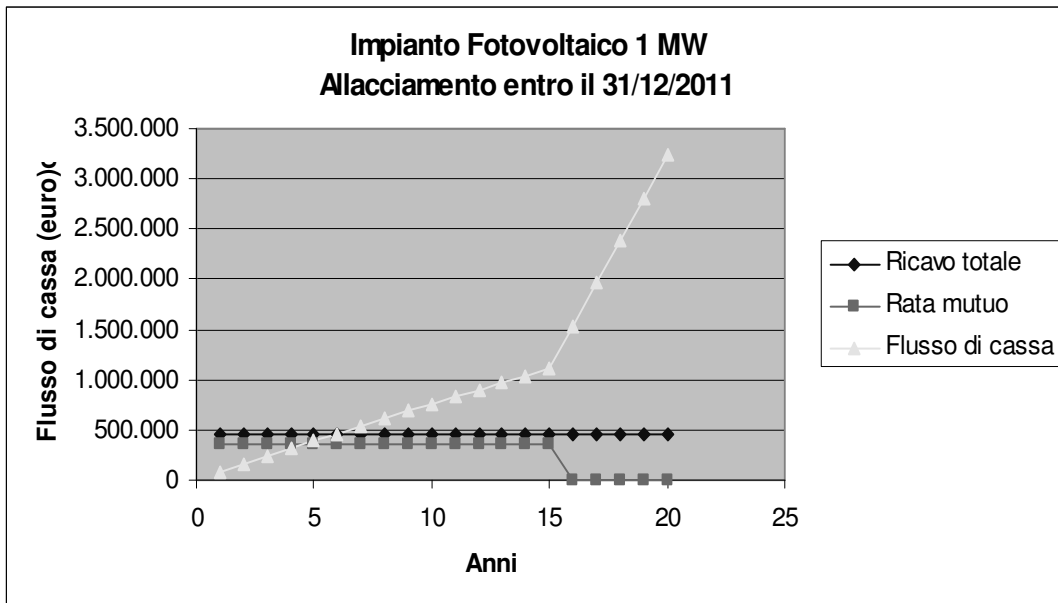


Grafico 2 Rappresentazione del flusso di cassa generato da impianto fotovoltaico su pensiline (potenza installata 1 MWatt). Impianto allacciato entro il 31/12/2011.

I valori economici e tecnici di dettaglio ricavati dalle elaborazioni sono riportati in All. 1. I risultati delle elaborazioni, pur avendo chiaramente mero valore indicativo, mostrano come gli investimenti nel settore fotovoltaico possano ancora essere remunerativi, se allacciati alla rete entro il 2011 (preferibilmente entro il 31 agosto), a patto di poter contare su superfici di idonee ad ospitare impianti di notevole dimensione (dai 5.000 mq. in su) e di poter garantire un orientamento ottimale rispetto alla posizione del sole (impianti orientati a SUD con tilt di almeno 15°).

Per tale motivo si ritiene che, per quanto attiene il Comune di Mantova, la soluzione ideale sia quella di poter disporre di parcheggi pubblici di grande estensione, che si prestano molto bene all'installazione di questi tipi di impianti.

A tal proposito il parcheggio del Centro Commerciale "La Favorita" potrebbe rappresentare una soluzione ideale, in considerazione del fatto che la superficie è molto ampia e che in alcune zone del parcheggio gli ombreggiamenti sono praticamente inesistenti.

Ing. Daniele Montecchio

e-mail: Ing.montecchio@libero.it

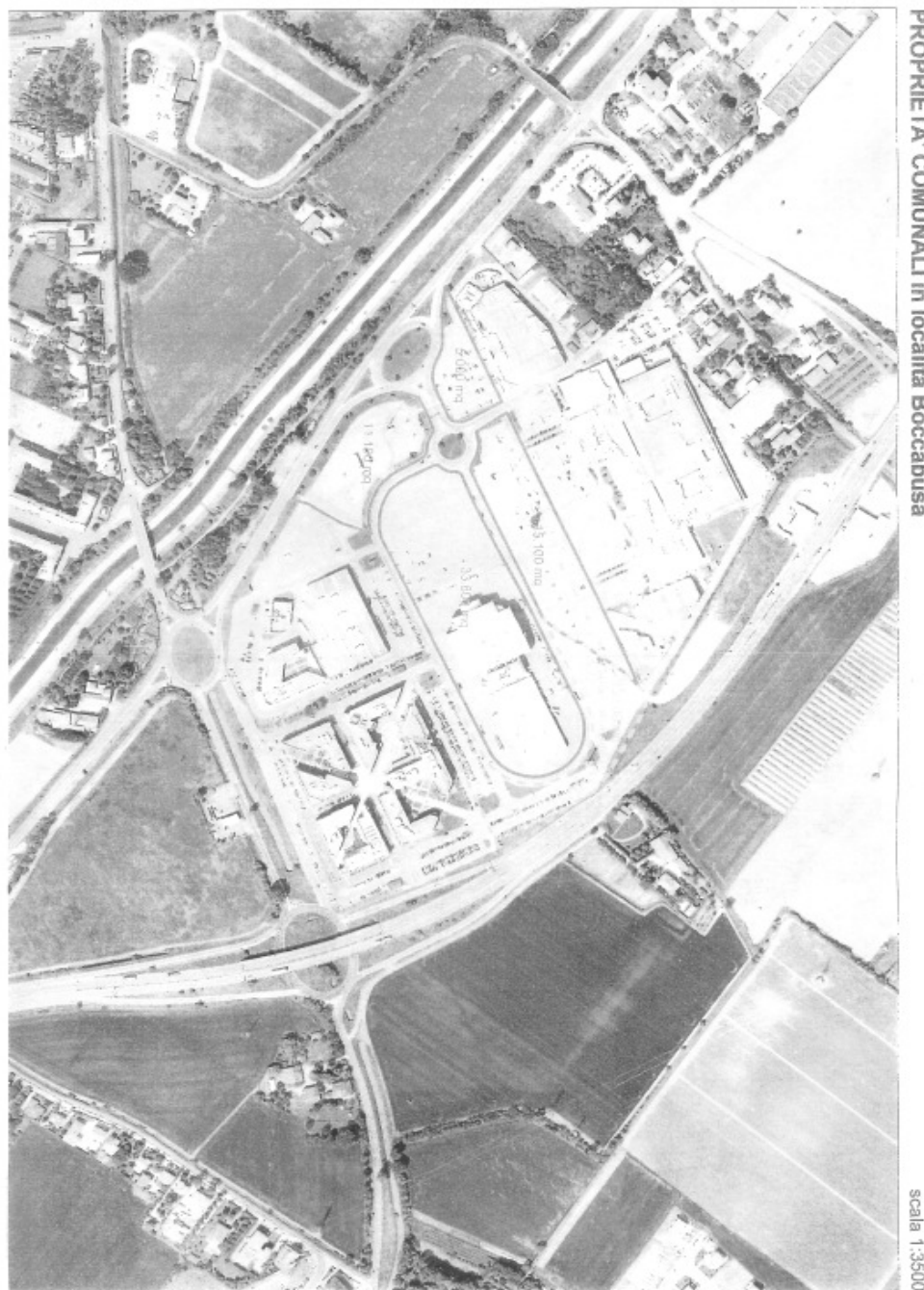
LOCALITA'

Mantova

PROGETTO

Revisione Piano energetico comunale

Di seguito è riportata una rappresentazione cartografica che individua le aree particolarmente adatte per l'installazione di un impianto fotovoltaico.



Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA' Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

In relazione a quanto sopra esposto è importante ribadire che, come riportato al par 4.2 che è stato recentemente sottoscritto dai Ministri dello Sviluppo Economico e dell'Ambiente un Decreto che prevede la possibilità di modificare i contributi sopra-riportati, per gli impianti fotovoltaici che si allacceranno alla rete successivamente al 31 Maggio 2011. Tale Decreto, che alla data di redazione del presente documento (9 Marzo 2011) è in attesa di promulgazione da parte del Presidente della Repubblica e non è quindi pubblicato in Gazzetta Ufficiale, prevede l'emanazione di successivi decreti attuativi che ridetermineranno il valore degli incentivi per gli impianti che si collegheranno alla rete successivamente alla data del 31 Maggio 2011.

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

6.2 Piano dell'Illuminazione Pubblica

L'illuminazione pubblica è sicuramente uno dei principali settori su cui agire per diminuire i consumi energetici della città.

La gestione dei punti luce del Comune di Mantova è affidata a due diverse società, vale a dire TEA servizi energetici integrati s.r.l. ed EnelSole spa.

La società TEAsei s.r.l. ha in affidamento i punti luce di proprietà del Comune di Mantova: il numero dei punti luce gestiti da TEAsei s.r.l ammonta a 7.772, mentre ENELSole spa gestisce direttamente i rimanenti 2.192. I punti luce totali presenti nel territorio comunale ammontano pertanto a 9.964.

In base ai dati forniti al Comune da TEAsei s.r.l., i singoli punti luce installati assorbono una potenza variabile tra 50 KWatt e 400 Kwatt, rimangono accesi mediamente per circa 4.200 ore/anno e, ciò che più conta, consumano una quantità media di energia pari a 672 Kwh/ anno per ciascuno di essi.

Il consumo energetico totale dei punti luce gestiti da TEAsei srl ed EnelSole spa ammonta a circa 6.700.000 kwh/anno.

Per quanto riguarda la parte di illuminazione pubblica gestita da ENELSole spa non si conoscono i dati; tuttavia, come si vedrà in seguito, si deve considerare che lo stato di manutenzione dei punti luce degli impianti di ENELsole spa è sicuramente migliorabile e che gli stessi si trovano in una condizione di minore efficienza rispetto a quelli gestiti da TEAsei.

Il consumo totale dei punti luce del Comune di Mantova ammonta quindi a circa 6/7 Milioni di Kwh el./anno, che corrisponde al consumo elettrico di alcune centinaia di utenze famigliari (indicativamente circa 3/400 utenze).

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA' Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

Sulla base dei dati sopra riportati, è possibile estrapolare la quantità di CO₂ che viene prodotta per la generazione dell'energia elettrica necessaria a garantire il funzionamento dell'illuminazione pubblica del Comune di Mantova. Infatti, considerando un'emissione unitaria di 0,450 Kg di CO₂ /Kwh (stima dell'emissione specifica media per l'Italia) per un totale di quasi 7 milioni di Kwh/anno, si ottiene un'emissione complessiva di circa 3.000-3.500 ton. di CO₂/anno.

Per individuare le misure di riduzione e di mitigazione dei consumi (e quindi delle emissioni ad esse correlate), occorre partire dallo stato dell'arte degli impianti esistenti. L'impianto gestito da TEAsei srl è costituito in massima parte da punti luce che negli ultimi anni sono stati sottoposti a revamping. Tali punti luce presentano le seguenti caratteristiche:

- le lampade a vapori di sodio hanno sostituito le lampade a vapori di Mercurio;
- i punti luce sono dotati di regolatori di flusso;
- le plafoniere non sono aperte.

Le caratteristiche sopra riportate consentono di ottenere un risparmio di circa il 40-50 % rispetto alle ormai superate lampade a vapori di mercurio (che presentano caratteristiche di incompatibilità ambientale e che devono essere dimesse ai sensi della normativa vigente). A titolo esemplificativo, si può citare il recente intervento di revamping dell'impianto di illuminazione pubblica in via dei Toscani a Curtatone che ha consentito di ottenere un risparmio di circa il 55 % (dati forniti da ing. Raffagnato – TEA).

Tuttavia, per quanto efficienti e moderni, i punti luce gestiti da TEAsei srl potrebbero essere ulteriormente efficientati mediante la sostituzione delle lampade a vapori di sodio con lampade a LED, ottenendo così un ulteriore significativo miglioramento del rendimento energetico (fino al 70-80 % rispetto alle lampade a vapori di mercurio).

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

Per quanto riguarda invece l'impianto gestito da ENELsole spa, pur non essendo in possesso di dati forniti direttamente dalla società, dalle informazioni raccolte ed a seguito di un sopralluogo visivo si ritiene di poter assumere che i punti luce siano abbastanza vetusti e siano costituiti in linea di massima da lampade a vapori di mercurio; non dovrebbero essere presenti neppure i regolatori di flusso. Pertanto, i rendimenti di questi punti luce sono decisamente bassi con relativo aumento dei consumi e delle emissioni.

Alla luce di quanto sopra esposto, si ritiene di poter fare alcune considerazioni e proposte per migliorare ed efficientare il sistema di illuminazione pubblica del Comune di Mantova.

Partendo dalla considerazione di carattere generale secondo cui gli interventi di risparmio energetico sono quasi sempre convenienti ma richiedono tempi medio-lunghi di ammortamento, è necessario che il gestore dell'impianto di illuminazione, qualunque esso sia, possa disporre dei tempi sufficienti per ammortizzare i necessari interventi di adeguamento impiantistico.

Pertanto il Comune di Mantova dovrebbe prevedere tempi adeguatamente lunghi di durata del contratto di gestione dell'impianto di illuminazione pubblica; questa previsione dovrà essere contenuta a partire dal bando relativo alla gara di appalto di affidamento dei servizi di gestione degli impianti di proprietà del Comune.

In tali gare dovrebbe inoltre essere previsto l'obbligo di effettuare interventi di efficientamento energetico sulla base delle migliori tecnologie disponibili (regolatori di flusso, lampade a LED, plafoniere non aperte, ecc.).

In caso di presenza di impianti non di proprietà del Comune (ad esempio l'impianto di proprietà di ENELsole spa), il Comune dovrebbe provvedere a riscattare i punti luce per poterli gestire al meglio, sotto il profilo energetico ed economico.

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

Il risparmio ottenibile con una gestione efficiente ed oculata dei punti luce può essere stimato come di seguito:

- per quanto riguarda i 7.772 punti luce gestiti da TEAsei srl, che presentano un consumo di 5.200.000 kwh/anno, il risparmio ottenibile mediante la sostituzione delle lampade a vapori di sodio con lampade a LED è stimabile in almeno il 30 % e pertanto si può pensare di risparmiare indicativamente 1.500.000 kwh/anno;
- per quanto riguarda i 2.192 punti luce gestiti da ENELsole spa, che presentano un consumo stimato a livello indicativo attorno ai 1.500.000 kwh/anno, si ritiene che il risparmio ottenibile possa essere di almeno 800.000 kwh/anno se non oltre (a tal fine dovrebbero essere acquisiti con precisione anche i dati relativi ai punti luce gestiti dalla società medesima, ad oggi non disponibili); la preconditione per ottenere tale risparmio è rappresentata dal riscatto di tale impianto da parte del Comune.

In conclusione, dalle valutazioni sopra esposte si evidenzia che tramite una corretta gestione dell'illuminazione pubblica può essere ottenuto un risparmio energetico stimabile in almeno 3.000.000 kwh/anno (corrispondente al consumo di circa 2/300 utenze), che equivalgono a quasi 1.500 ton. di CO₂. Questo si tradurrebbe ovviamente in un significativo risparmio economico per la cittadinanza, soprattutto in un periodo di lievitazione del prezzo del petrolio e dell'energia.

Per ottenere questo risultato è però necessario che:

1. Il Comune riscatti l'impianto attualmente gestito da ENELsole spa costituito da 2.192 punti luce, al fine di poterlo gestire – tramite affidamento con gara d'appalto – secondo criteri di maggiore efficienza ed economicità.
2. In fase di affidamento – tramite gara di appalto - dei servizi di gestione degli impianti di proprietà, il Comune di Mantova preveda tempi adeguatamente lunghi di durata del contratto di gestione dell'impianto di illuminazione pubblica, al fine di consentire l'ammortamento economico degli interventi di adeguamento dei punti luce; inoltre

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA' Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

dovrà essere previsto l'obbligo di effettuare interventi di efficientamento energetico sulla base delle migliori tecnologie disponibili (regolatori di flusso, lampade a LED, plafoniere non aperte, ecc.).

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

6.3 Implementazione del teleriscaldamento

Lo sviluppo della rete di teleriscaldamento è stato avviato fin dalla fine degli anni 70 ed attualmente interessa una parte consistente del territorio comunale.

Il primo impianto pilota è stato installato infatti nel 1978 nel quartiere di Lunetta-Frassino; successivamente è stata installata nel periodo 1982-1985 una centrale di tipo cogenerativo a servizio del centro cittadino presso la sede dell'ASM in vicolo stretto.

Nel corso degli anni sono state installate ulteriori centrali di supporto (presso l'Azienda Ospedaliera Carlo Poma, il quartiere di Borgochiesanuova, in viale Fiume, viale Montegrappa, ecc.) e sottostazioni di scambio termico per l'utilizzo dell'energia termica prodotta dalla raffineria; la rete di teleriscaldamento è stata ampliata di conseguenza.

A partire dall'anno 2004 è stato messo a punto il piano di sviluppo del calore prodotto dalle due centrali Enipower a ciclo combinato aventi potenza di quasi 400 MW elettrici ciascuna, ubicate all'interno del polo chimico di Mantova. L'impianto per la cessione di calore per il teleriscaldamento a regime sarà realizzato per una potenza termica di circa 100 MW. Il sistema di scambio del calore è entrato in funzione nel gennaio 2008 ed è alimentato da vapore a bassa pressione.

Nel suo insieme il sistema di produzione calore per il teleriscaldamento è composto dalle seguenti unità:

- impianto di cessione calore prodotto dalle centrali Enipower a ciclo combinato.

L'impianto per la cessione di calore per il teleriscaldamento sarà realizzato per una potenza termica di circa 100 MW. Il sistema di scambio del calore è entrato in funzione nel gennaio 2008 ed è alimentato da vapore a bassa pressione.

- Centrale di Vicolo Stretto;

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA' Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

La Centrale è costituita da 4 unità di cogenerazione e di produzione calore collegate in parallelo, alimentate a gas naturale, per una potenza complessiva di circa 18 MWt e 3,5 MWel (i motori per la cogenerazione sono però stati fermati dal 1 Gennaio 2010 e possono funzionare solo in casi di emergenza).

- Impianto di cessione calore prodotto dalla raffineria IES;

La potenza termica nominale è di quasi 20 MWt ma in realtà ne risultano utilizzati 12/15 per la diminuità disponibilità di cascami energetici provenienti dalla raffineria.

- Centrale termica ospedale “Carlo Poma”;

La Centrale è costituita da 4 generatori ad olio diatermico e 2 centrali mobili a fiamma diretta, tutte alimentate a gas naturale, aventi una potenza termica nominale complessiva di 37 MWt.

- Centrali termiche di supporto e di riserva (centrale Fiume, centrale Montegrappa e centrale di Lunetta).

Lungo la rete di teleriscaldamento sono inoltre installate tre centrali di quartiere, ubicate nei quartieri di Chiesanuovo Dosso, di Borgonuovo e di Lunetta. Tali centrali sono utilizzate per la produzione di energia termica e frigorifera e utilizza calore proveniente dalla rete primaria del teleriscaldamento, che viene inviata alle singole unità immobiliari.

La volumetria servita dal teleriscaldamento ammonta a circa 5 milioni di metri cubi, consistenti in edifici di grande dimensione (ospedale, edifici pubblici, case di riposo, grandi condomini, ecc.)

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA' Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

La distribuzione della produzione di energia termica per il teleriscaldamento relativa al 2009, è riportata in Tabella 6 (dati forniti da TEA):

Unità di produzione energia termica	Percentuale produzione sul totale fornito alla rete
Cabina di scambio Enipower;	50 %
Cabina di scambio IES;	16 %
Centrale Ospedale	5 %
Altre centrali	27,5 %
Motori cogenerativi	1,5 %

Tab. 6. Distribuzione della produzione energia termica per il teleriscaldamento.

Lo sviluppo planimetrico attuale della rete di teleriscaldamento nel territorio comunale è riportato in Allegato 1.

L'energia termica totale distribuita ammontava nel 2009 a quasi 160.000 MWh. Di questi, come mostrato in Tab. 6, circa i 2/3 (105.000 MWh) derivano da recuperi energetici (cabina di scambio IES ed ENIPOWER). Assumendo un valore di emissione evitata corrispondente a circa 0,250 kg di CO₂ per ogni kwh termico prodotto dal teleriscaldamento, questo equivale ad un risparmio di 25.000 ton. di emissioni di CO₂ e di circa 8.000 ton. di fonte primaria di energia (metano) risparmiata.

Potenzialità relative allo sviluppo del teleriscaldamento

La rete di teleriscaldamento dovrebbe poter contare nel giro di pochi mesi di un ulteriore importante apporto di fornitura di calore da parte delle centrali termoelettriche di proprietà ENIPOWER. E' infatti previsto il potenziamento della cabina di scambio, che consentirebbe di garantire una potenza termica totale di 100 MWtermici (a fronte dei circa 30 MWt attuali). Questo consentirebbe di aumentare la copertura del fabbisogno della rete di teleriscaldamento fino a circa il 75/80 % (rispetto al 50 %

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

attuale) del totale. A questi deve essere aggiunta la quantità di calore recuperata dalla raffineria IES ed è quindi ipotizzabile che la rete di teleriscaldamento potrà essere alimentata in futuro per la quasi totalità da calore di recupero.

In questo modo verrebbe rafforzata la dipendenza del teleriscaldamento dalle centrali a ciclo combinato di ENIPOWER.

Dal punto di vista gestionale si presenta un grosso problema nel momento in cui una delle due centrali ENIPOWER viene spenta, cosa che avviene normalmente in occasione delle normali operazioni di manutenzione. In questi casi interviene infatti una caldaia di supporto, denominata B6, costituita da una “vecchia” centrale termoelettrica a olio combustibile, ora riconvertita a metano.

Tale caldaia al momento non rispetta i limiti di emissioni imposti dalle BAT per quanto riguarda il parametro NOx – che consistono in 100 mg/Nmc - e pertanto il Comune ne dovrebbe assolutamente chiedere l’adeguamento o la dismissione, soprattutto in considerazione del fatto che la caldaia B6 negli ultimi anni ha lavorato mediamente per ben 3.000 ore/anno.

Il problema principale, riguardo l’utilizzo di questa caldaia, consiste nel fatto che viene mantenuta fredda e pertanto necessita di un periodo di avviamento di almeno 8 ore, periodo di tempo troppo lungo per le esigenze del teleriscaldamento. In tale lasso di tempo devono pertanto venire accese le caldaie di supporto del teleriscaldamento descritte in precedenza, che pertanto sono messe nelle condizioni di funzionare quasi sempre in regime di transitorio, con conseguente appesantimento delle emissioni.

In vista del potenziamento della cabina di scambio termico fino al raggiungimento di 100 MWt, il problema relativo alla gestione dei transitori e conseguentemente alla sostituzione della caldaia B6 verrà amplificato, e pertanto il Comune dovrà necessariamente pretendere da ENIPOWER la sostituzione di tale caldaia con un’altra di maggiore potenza in grado di fornire una potenza termica di almeno 80 MWatt e di essere avviata in tempi molto più brevi (1-2 ore).

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

Benefici legati allo sviluppo del teleriscaldamento e scenari futuri

Come mostrato in precedenza, dal punto di vista energetico il teleriscaldamento ha consentito un risparmio di 25.000 ton. di emissioni di CO₂ e di oltre 8.000 ton. di fonte primaria di energia (metano) risparmiata. Se il potenziamento della cabina di scambio termico a 100 MW con Enipower dovesse essere completata, questi valori potrebbero sostanzialmente raddoppiare.

Dal punto di vista ambientale/sanitario, per una città come Mantova, che presenta una situazione di inquinamento atmosferico molto pesante, un'ulteriore implementazione della cogenerazione finalizzata allo sviluppo della rete di teleriscaldamento potrebbe consentire di evitare emissioni macroinquinanti come gli ossidi di azoto (NO_x), che sono considerati precursori del nanoparticolato come le PM_{2,5} e le PM_{0,1}. A tal proposito, considerando che il calore proveniente dalla cogenerazione sostituisce in toto quello prodotto dalle caldaie domestiche, che nel caso di impianti nuovi emettono fra i 100 ed i 120 mg NO_x / kWh gli NO_x (le caldaie più performanti, ad es. caldaie di classe 5 ai sensi della norma EN 297 pr A3, emettono fino a 70 mg NO_x per Kwh), si può calcolare che il teleriscaldamento consente di evitare ogni anno l'emissione di circa 10 - 12 tonnellate di NO_x. Tale valore è destinato ad aumentare proporzionalmente all'aumento della quantità di calore recuperata grazie al potenziamento delle cabine di scambio Enipower.

Per quanto riguarda invece le centrali di supporto al teleriscaldamento, il limite di emissione è solitamente fissato in 200 mgNO_x /Nmc, che corrisponde ad una emissione specifica di oltre 1 g NO_x/kwh. Pertanto l'emissione specifica di ossidi di azoto generata da queste centrali è mediamente superiore a quello generate dalle caldaie domestiche. Bisogna tuttavia considerare che non tutte le caldaie domestiche sono di recente installazione e che, comunque, l'utilizzo delle centrali di supporto si rende necessaria per sopperire alla discontinuità di fornitura del calore delle centraline di scambio Enipower (come spiegato in precedenza); vi è inoltre l'esigenza di garantire la necessaria autonomia energetica all'ospedale.

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

Dal punto di vista economico, si ritiene che l'implementazione della cabine di scambio Enipower potrebbe essere un'occasione per contenere/ritoccare le tariffe, considerato che il calore proveniente dalle centrali termoelettriche è calore di recupero (anche se ovviamente TEA dovrà acquistarlo dalla società Enipower). In previsione dell'implementazione della rete di teleriscaldamento, la società TEA aveva già previsto una riduzione del costo del calore fornito tramite il riscaldamento; tale riduzione, in base alle informazioni riferite verbalmente al sottoscritto dall'ing. Raffagnato, è stata applicata sulle precedenti tariffe a partire da gennaio 2008 e si distribuisce su tre scaglioni – gennaio 2008, ottobre 2009 e ottobre 2011 – ad ognuno dei quali corrisponde circa il 2/3 % di riduzione della tariffa. La tariffa attualmente applicata per la fornitura di calore proveniente dalla rete di teleriscaldamento è di circa 70-75 Euro/MWh termico come valore medio indicativo.

Per quanto riguarda gli scenari futuri, si deve considerare che le potenzialità di espansione della rete di teleriscaldamento non sono state ancora sfruttate del tutto; per farlo occorre ovviamente prevedere l'entrata in funzione di altre centrali termiche di supporto alla rete.

In tale previsione, in considerazione della criticità della situazione ambientale della città virgiliana per quanto riguarda la qualità dell'aria, si dovrà necessariamente prevedere l'installazione di centrali a gas naturale ad alto rendimento ed a bassa emissione di macroinquinanti (in particolare gli NO_x).

In tale ottica si distingue una tecnologia emergente che, qualora sviluppata ed implementata su scala adeguata, potrebbe costituire la soluzione ideale per la città di Mantova. Tale tecnologia è costituita dalla produzione di energia tramite celle a combustibile, costituito da idrogeno o da metano.

Le centrali a celle a combustibile sfruttano una reazione elettrochimica per la produzione di energia elettrica ed calore; senza entrare nel dettaglio tecnologico, è importante evidenziare che la produzione di energia avviene senza combustione e quindi senza produzione di NO_x. Si tratta dell'unica tecnologia di produzione

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

energetica da combustibili fossili in grado di garantire questi importanti vantaggi ambientali.

Secondo i dati forniti dai produttori con 1 Nmc di gas naturale si possono produrre all'incirca ben 5.4 kWh_{el} + 4.32 kW_{termici}; le emissioni specifiche climalteranti (sempre secondo i dati dichiarati dai produttori) si aggirano attorno ai 340-450 gCO₂/KWh_{el} prodotto. Il rendimento elettrico è molto buono e si aggira attorno al 50 %, contro il 57-58 % delle centrali a ciclo combinato. Inoltre è possibile utilizzare il calore prodotto sia per le utenze domestiche che per la rete di teleriscaldamento.

Queste centrali devono essere tarate sulla produzione di calore, sfruttando contestualmente la possibilità di vendere l'energia elettrica alla rete; la taglia di queste centrali è molto variabile e parte da pochi kWatt per utenze domestiche (nel qual caso è in grado di garantire una resa elettrica del 50 % alla presa dell'utilizzatore) ed arriva ad alcuni MWatt; in quest'ultimo caso può essere utilizzata per supportare una rete di teleriscaldamento.

Lo stato di implementazione di questa tecnologia in questo momento è ancora limitato, in quanto i produttori su scala industriale sono pochissimi (3 o 4 al mondo, tra cui un'impresa italiana); tuttavia i primi casi di applicazione concreta di questa tecnologia sono in programma già a partire dai prossimi mesi ed uno di questi sarà realizzato in Provincia di Trento. Si ritiene che questa realizzazione possa essere un'importante occasione per testare l'efficacia di questa tecnologia per poterla eventualmente "importare" nel territorio comunale.

In conclusione, l'implementazione del teleriscaldamento è sicuramente uno strumento utile per contenere i consumi di energia fossile e ridurre le emissioni di gas climalteranti. Al fine di ottenere benefici più consistenti per il futuro è però necessario che:

1. Il potenziamento a 100 MW della cabina di scambio con la centrale termoelettrica Enipower sia completato nel minor tempo possibile e sia sostituita la caldaia B6 con

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA'
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	Mantova PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

un'altra di maggiore potenza in grado di fornire una potenza termica di almeno 80 MWatt e di essere avviata in tempi molto più brevi (1-2 ore).

2. L'ulteriore potenziamento della rete di teleriscaldamento dovrà essere basato sulla messa in funzione di centrali ad alto rendimento ed a bassa emissione di macroinquinanti (in particolare ossidi di azoto); a tal fine può essere importante considerare le possibilità fornite dalle future tecnologie (centrali cogenerative a celle a combustibile).

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

6.4 Sviluppo degli impianti geotermici

L'energia geotermica deriva dal calore presente negli strati più profondi della crosta terrestre. La temperatura del sottosuolo infatti aumenta man mano che si scende verso il centro della terra, di circa 30 °C per km nella crosta terrestre (0.3 °C/km); nel mantello e nel nucleo l'aumento può anche triplicare.

Nel sottosuolo sono inoltre presenti zone con anomalia termica positiva in cui è concentrato il calore terrestre: tali zone sono definite “*serbatoi o giacimenti geotermici*”. In Italia la geotermia è sfruttata per la produzione di energia elettrica, nelle Province toscane di Pisa, Siena e Grosseto. In Comune di Mantova non si riscontrano giacimenti geotermici.

Per quanto riguarda invece la produzione di energia termica in forma diffusa, si può ricorrere ad un sistema geotermico a bassa entalpia che sfrutta il naturale calore del terreno con l'ausilio di una pompa di calore riesce a produrre energia termica per l'acqua calda sanitaria e per il riscaldamento degli edifici.

Tale sistema sfrutta il sottosuolo come serbatoio di calore. Poiché la temperatura del sottosuolo è si attesta mediamente, per tutto l'arco dell'anno, attorno ai 10-15 °C, tramite una pompa di calore si può trasferire il calore in superficie, nei mesi invernali, oppure nel sottosuolo nei mesi estivi.

La pompa di calore è una macchina in grado di trasferire calore da un corpo a temperatura più bassa ad un corpo a temperatura più alta, utilizzando energia meccanica.

La pompa di calore necessita pertanto di energia elettrica per funzionare; la resa di una pompa di calore è misurata dal coefficiente di prestazione (COP), che consiste nel rapporto tra energia termica ottenuta ed energia elettrica consumata. Dal punto di vista della convenienza economica, considerati i costi delle diverse forme di energia (termica ed elettrica), il COP minimo di un impianto geotermico deve essere maggiore di 3.

Ing. Daniele Montecchio	LOCALITA' Mantova
e-mail: Ing.montecchio@libero.it	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

Le pompe di calore commerciali sono attualmente in rapido sviluppo: il COP è cresciuto negli ultimi 5 anni da 3 a 4 e, in alcuni casi, perfino a 5. Di conseguenza queste soluzioni stanno diventando una valida scelta per il riscaldamento domestico, dove sono utilizzate comunemente quelle ad aria e quelle geotermiche, anche in congiunzione con caldaie termiche; a questo proposito si tenga presente che l'aria a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ contiene ancora l'85% del calore dell'aria a $21\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Questa tecnologia presenta notevoli vantaggi e potenzialità dal punto di vista sia ambientale che economico. Dal punto di vista ambientale, la produzione dell'energia elettrica necessaria alla produzione di calore, assumendo un coefficiente di prestazione uguale a 3, comporta l'emissione di circa $0,450/3$ ossia $0,150\text{ kg CO}_2 / \text{kwh termico}$, a fronte di un'emissione specifica con le caldaie ad alto rendimento superiore equivalente a $0,200\text{ kg CO}_2 / \text{kwh termico}$.

Dal punto di vista economico, si deve partire dalla considerazione che il costo del kwatt h elettrico può essere (al massimo) superiore di 2,5 - 3 volte rispetto a quello del kwh termico per i consumi in fascia oraria F1 (indicativamente $0,2\text{ euro/kwh el.}$ contro $0,07\text{ euro kw term.}$). Nella fascia oraria F3 ad es. i costi grossomodo si equivalgono. Ne risulta che, senza considerare i costi d'investimento dell'impianto, a partire da un coefficiente di prestazione uguale a 2,5 - 3 l'utilizzo di questa tecnologia è conveniente in tutte le fasce orarie; considerando che il COP delle migliori pompe di calore può superare 4, la convenienza economica del riscaldamento geotermico risulta evidente.

In conclusione si può affermare che questa tecnologia presenta indubbi vantaggi dal punto di vista ambientale e può essere conveniente anche dal punto di vista economico. Lo scoglio principale è sicuramente rappresentato dal costo di investimento iniziale, necessario a sostenere la costruzione del pozzo geotermico e l'installazione della pompa di calore. Tale costo, in caso di impianto per utenze per singolo nucleo familiare, si aggira attorno ai 20.000 euro; inoltre bisogna considerare che il riscaldamento tramite pompa di calore necessita di un impianto a pavimento.

Al fine di implementare questa tecnologia sul territorio comunale, si possono formulare alcuni suggerimenti che vengono riportati di seguito:

Ing. Daniele Montecchio e-mail: Ing.montecchio@libero.it	LOCALITA'
	Mantova
	PROGETTO Revisione Piano energetico comunale

- avvio di una campagna informativa e divulgativa per le utenze private al fine di far comprendere alla cittadinanza i benefici ambientali ed economici di questa tipologia di impianti;
- incentivazione per le nuove lottizzazioni private, sulla falsariga di quanto previsto dal progetto “Emissioni zero” del P.E.C.;
- implementazione di questa tecnologia nell’ambito della lottizzazione di piazzale Mondatori, che consiste in diverse migliaia di mq. ad uso residenziale, commerciale e direzionale.