

Titolo II
Dispositivo di Piano: linee di indirizzo, pianificazione e programmazione
Capitolo II.1
Analisi relativa alla produzione
Paragrafo II.1.3
Impianti alimentati da fonti rinnovabili
II.1.3.4.
Impianti solari termici

Prof. Ing. Sergio Sibilio
DETEC – Università degli studi di Napoli FEDERICO II
Tel 0817682304
Fax 0812390364
Email sibilio@unina.it

INDICE

Introduzione
Applicazioni
Potenzialita' di diffusione: criteri di valutazione
Potenzialita' di risparmio di energia primaria
Potenzialita' di emissioni evitate di CO₂ .
Valutazione economica.
Analisi economica
Aspetti giuridici e quadro normativo.
Bibliografia

Introduzione

Il processo di trasformazione dell'energia solare in calore si basa sui meccanismi di scambio termico ed a tale fine si utilizzano sistemi di captazione (collettori solari) che sono essenzialmente costituiti da una superficie che assorbe l'energia radiativa proveniente dal sole e, riscaldandosi, cede l'energia termica ad un fluido termovettore. Un collettore solare è generalmente composto da una piastra canalizzata, generalmente di rame o di alluminio, in cui una faccia è annerita ed esposta alla radiazione solare. L'altra faccia è isolata posteriormente dall'ambiente mediante uno strato di isolante (lana di vetro o poliuretano espanso). Anteriormente il pannello è ricoperto da una o più coperture trasparenti che hanno lo scopo di limitare le perdite termiche per convezione e irraggiamento dalla faccia superiore della piastra. Tali coperture devono essere trasparenti alla radiazione solare mentre devono risultare opache per la radiazione infrarossa emessa dalla piastra che si riscalda.

Nel campo dell'utilizzo dell'energia solare per la produzione di energia termica esistono essenzialmente tre tipi di collettore solare:

- collettori senza concentrazione, fissi (collettori solari piani, solar ponds, ambienti riscaldati passivamente);
- collettori a debole concentrazione, con o senza regolazione periodica;
- collettori a concentrazione mobili del tipo ad un asse e a due assi.

La scelta del tipo di collettore dipende dagli usi finali, cioè dalle esigenze dell'utenza con particolare riguardo al livello di temperatura richiesto, come riportato in tabella 1.

Collettori piani	fino a 90 °C
Tubi sottovuoto	da 60 a 180 °C
Concentratori parabolici	da 70 a 350 °C
Dischi parabolici e ricevitori centrali	da 200 a 1000 °C

Tabella 1 – Livelli delle temperature ottenibili con diverse tipologie di collettore solare

La tecnologia che utilizza i **collettori solari piani** per la conversione dell'energia solare in energia termica è quella che ha raggiunto maturità ed affidabilità tali da farla rientrare tra i modi più razionali e puliti per scaldare l'acqua o l'aria nell'utilizzo domestico e produttivo con maggiori probabilità di convenienza economica.

Nel caso di impianti con collettori solari ad acqua i componenti principali dell'impianto sono:

- collettore,
- circuito primario,
- pompa di circolazione (eventuale),
- serbatoio di accumulo,
- scambiatore di calore (eventuale),
- circuito secondario (dell'utenza),
- sistema di integrazione.

Tra i componenti principali dell'impianto è previsto anche il sistema di accumulo che si rende necessario in tutte quelle applicazioni in cui vi sia una discontinuità dell'irraggiamento solare ed uno sfasamento tra richiesta dell'utenza ed irraggiamento solare (sia su base giornaliera che stagionale). Il sistema di accumulo agisce da "interfaccia" tra gli apporti solari e la domanda dell'utenza, e risulta quindi di estrema importanza nell'economia di un impianto solare. La possibilità tecnica di realizzare una capacità di accumulo su lungo periodo può consentire maggiore flessibilità d'uso dell'impianto solare e quindi l'impiego per più vasti campi di applicazione. L'accumulo può avvenire sia in forma sensibile, usando sostanze in fase solida o liquida, che in forma latente nelle sostanze a cambiamento di fase.

Nel seguito sono riportate alcune temperature di impiego dei pannelli solari con riferimento ad applicazioni a bassa temperatura (con T_{fu} si intende la temperatura di uscita del fluido termovettore dal pannello solare):

- riscaldamento di piscine ($T_{fi} = 25^{\circ}\text{C}$; $T_{fu} = 30^{\circ}\text{C}$),
- produzione di acqua calda sanitaria ($T_{fi} = 30^{\circ}\text{C}$; $T_{fu} = 45^{\circ}\text{C}$),
- riscaldamento ambientale mediante ventilconvettori ($T_{fi} = 40^{\circ}\text{C}$; $T_{fu} = 50^{\circ}\text{C}$),
- altre preparazioni tecnologiche (ad esempio nell'industria alimentare) ($T_{fi} \leq 40^{\circ}\text{C}$; $T_{fu} \leq 50^{\circ}\text{C}$),
- preriscaldamenti vari ($T_{fi} \leq 40^{\circ}\text{C}$; $T_{fu} \leq 50^{\circ}\text{C}$).

Per valutare le prestazioni a lungo termine dei collettori solari si introduce il metodo dell'utilizzabilità ϕ . Questa è intesa come frazione dell'energia solare utilmente captata, rispetto a quella ricevuta con intensità superiore ad un certo valore critico, per il quale l'efficienza del collettore sia positiva; per il territorio italiano è possibile, in prima approssimazione, considerare i seguenti valori dell'utilizzabilità:

$$\phi_a = 0,60 \quad \text{per } T_{fi} = 25^{\circ}\text{C}; T_{fu} = 30^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} \phi_a &= 0,45 && \text{per } T_{fi} = 30^\circ\text{C}; T_{fu} = 45^\circ\text{C} \\ \phi_a &= 0,35 && \text{per } T_{fi} = 40^\circ\text{C}; T_{fu} = 50^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Tali valori sono riferiti al caso di un pannello orizzontale od esposto a sud con inclinazione sull'orizzontale pari ad $L \pm 10\%$ (indicando con L è la latitudine del luogo).
Le principali modalità di impiego di pannelli solari ad acqua sono le seguenti :

1. riscaldamento acqua per uso igienico – sanitario (con accumulo);
2. riscaldamento acqua per il condizionamento ambientale con e senza accumulo (con e senza produzione di acqua calda per usi igienici sanitari);
3. riscaldamento acqua di piscine e acqua per docce in impianti sportivi e stabilimenti balneari;
4. riscaldamento acqua di processo.

Nel caso di impianti con collettori solari ad aria le principali applicazioni riguardano le seguenti categorie di impiego:

1. riscaldamento dell'aria esterna per la produzione di aria calda di processo;
2. riscaldamento dell'aria ambiente per la ventilazione ed il rinnovo;

Applicazioni

Per le caratteristiche geografiche (latitudine) e climatiche della Campania le applicazioni degli impianti solari termici possono essere molteplici e relative a tutti i settori in cui si richiede la produzione di energia termica soprattutto ad un livello di temperatura medio-basso. Le possibili applicazioni riguardano la produzione di acqua calda ad uso igienico sanitario ed il riscaldamento ambientale invernale particolarmente nel settore residenziale e in quello terziario (alberghi, complessi turistici, ecc.). Di particolare interesse per la regione Campania sono le applicazioni nel settore delle piscine, degli impianti sportivi (acqua calda per le docce) e delle attrezzature turistiche con particolare riguardo alle strutture ricettive a prevalente utilizzo estivo. E' possibile anche, previa valutazione tecnica-economica, utilizzare questi sistemi solari nel campo della filiera agroalimentare e dell'industria manifatturiera. Per quanto riguarda l'industria manifatturiera le possibili applicazioni possono riguardare:

- aziende impegnate nella concia delle pelli e del cuoio; in Campania esiste un importante polo industriale di questo settore a Solofra (AV);
- industrie conserviere; in Campania è sviluppo il distretto che comprende l'area di Sant'Antonio Abate e quella dell'agro Nocerino Sarnese specializzato nella lavorazione del pomodoro San Marzano;
- aziende per la produzioni di ceramiche ed affini molto diffuse sul territorio regionale della Campania.

Per quanto riguarda il comparto agroalimentare le principali applicazioni possono riguardare:

- impianti zootecnici;
- acquacoltura;
- climatizzazione delle serre;
- essiccazione dei prodotti agricoli;
- comparto lattiero - caseario;
- comparto pastario – molitorio;
- comparto oleario;
- comparto enologico.

Potenzialità di diffusione: criteri di valutazione

La valutazione, su base regionale, del potenziale dell'energia solare per usi termici può essere effettuata sulla base degli obiettivi di diffusione del solare termico riportati nel Libro Bianco per la valorizzazione delle fonti energetiche rinnovabili; a partire da tali informazioni è infatti possibile individuare l'apporto che la Campania può dare alla diffusione a livello nazionale di questa tecnologia e quindi di contribuire anche alla riduzione di emissioni inquinanti.

Il fattore di contributo per la Campania per la diffusione a livello nazionale del solare termico si può stimare dal rapporto tra il numero di abitanti residenti¹⁸ in Campania (5.796.899) e quelli residenti in Italia (57.563.354): tale rapporto è assunto pari al 10%. Gli obiettivi di diffusione per la Campania, in termini di superficie installabile, saranno quindi pari a (tabella 2):

Anno	2002 (m ²)	2006 (m ²)	2008-2012 (m ²)
Italia	779.520	1.545.120	3.090.240
Campania	77.952	154.512	309.240

Tabella 2 – Obiettivi di diffusione del solare termico in Italia e in Campania (superficie installabile)

Potenzialità di risparmio di energia primaria

Per le condizioni di insolazione della Campania si è stimato che, per ogni m² di pannello solare, è possibile ottenere energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria pari a **767 kWh/anno** ottenendo, rispetto ad i sistemi tradizionali, i seguenti

¹⁸ I dati sono relativi al 1997.

risparmi di energia primaria :

- scaldabagno elettrico (con rendimento di conversione pari a $\eta=0,352^{19}$): 2.180 kWh/ m² anno (1.879 Mcal/ m² anno)
- caldaia a gas (con rendimento di conversione pari a $\eta=0,800^{20}$) 959 kWh/ m² anno (827 Mcal/ m² anno)

In base agli obiettivi da raggiungere è possibile stimare i risparmi di energia primaria rispetto ai sistemi tradizionali (S.T.) (tabella 3):

Anno	2002	2006	2008-2012
Campania: area pannelli solari (m ²)	77.952	154.512	309.240
MWh/anno ottenuti con pannelli solari	59.789	118.511	237.187
Energia primaria risparmiata se il S.T. è lo scaldabagno elettrico (MWh/anno)	169.935	258.354	517.068
(kcal/anno)	1,46*10 ¹¹	2,23*10 ¹¹	4.46*10 ¹¹
(MJ/anno)	6,11*10 ⁸	9,34*10 ⁸	1,87*10 ⁹
Energia primaria risparmiata annualmente se il S.T. è la caldaia a gas (MWh/anno)	74.756	148.177	296.561
(kcal/anno)	6,44*10 ¹⁰	1,28*10 ¹¹	2,56*10 ¹¹
(MJ/anno)	2,70*10 ⁸	5,36*10 ⁸	1,07*10 ⁹

Tabella 3 – Risparmio di energia primaria ottenibile con l’installazione della superficie captante prevista dagli obiettivi di diffusione.

La valutazione della superficie disponibile sul territorio per l’installazione di sistemi di captazione dell’energia solare a livello regionale, ma anche su scala molto più ridotta come quella comunale, comporta l’effettuazione di indagini territoriali di non facile realizzazione e che comunque esulano dalle finalità di questo lavoro. Tuttavia, utilizzando i risultati di uno studio effettuato a livello comunitario da M. van Brummelen ed E.A. Alsema (“Estimation of the PV potential in OECD countries” 12th

¹⁹ Tale rendimento è valutato a partire dal rendimento di centrale $\eta_{ENEL}=0,391$, con una riduzione del 10% che tenga in conto delle perdite dissipative presenti a vario titolo nei componenti del sistema

²⁰ Tale valore tiene in conto anche i funzionamenti in transitorio che caratterizzano fortemente le prestazioni del sistema

European PVSEC, Amsterdam, 1994) ed accettato dall'Unione Europea ("Photovoltaics in 2010", Luxembourg, 1996), risulta possibile stimare in prima approssimazione la superficie captante disponibile nella Regione Campania. Utilizzando tali criteri è stato determinato per l'Italia un potenziale di circa 3.300 km² (di cui 542 km² di coperture di edifici, facciate, ecc.) che, rapportati alla superficie campana, corrispondono complessivamente a circa **149 km²**, di cui **24,5 km² (24.500.000 m²)** di coperture di edifici e facciate²¹. Quest'ultimo valore rappresenta, dunque, la potenziale superficie captante dell'energia solare utilizzabile per usi termici presente nella Regione Campania. In base agli obiettivi di diffusione del solare termico a bassa temperatura precedentemente individuati, è quindi possibile valutare la percentuale della superficie captante che verrà effettivamente utilizzata come riportato nella tabella 4 :

Anno	2002	2006	2008-2012
Superficie captante da installare in Campania secondo gli obiettivi di diffusione (m ²)	77.952	154.512	309.240
% della superficie potenziale disponibile in Campania	0,32	0,63	1,26

Tabella 4 – Impegno percentuale della superficie potenzialmente di disponibile in Campania.

Dai dati ottenuti si deduce che la superficie potenzialmente adatta all'installazione di impianti solari termici è comunque poco sfruttata anche ottemperando pienamente gli obiettivi di diffusione.

La domanda potenziale di energia per la produzione di acqua calda può essere valutata, in prima approssimazione, attraverso la stima del consumo di energia per questo uso per i settori più interessati ad un suo impiego quale il settore residenziale ed il settore turistico-alberghiero. Per tali settori, in base ai dati disponibili si sono stimati i consumi di acqua calda sanitaria per gli anni 2002, 2006, 2008-2012 come riportato nelle successive tabelle 5 e 6.

²¹ Questa superficie è utilizzabile, come visto nella I parte, anche per l'installazione di sistemi fotovoltaici.

Anno	Consumi energetici per acqua calda sanitaria (tep)	Consumi energetici per acqua calda sanitaria (MWh)
2002	161.409	1.872.342
2006	172.938	2.006.081
2008 – 2012	178.703 – 190.232	2.072.950 – 2.206.689

Tabella 5 – Stima dei consumi energetici nel settore residenziale per la produzione di acqua calda sanitaria per gli anni 2002, 2006, 2008 – 2012.

Anno	Consumi energetici per acqua calda sanitaria (tep)	Consumi energetici per acqua calda sanitaria (MWh)
2002	2.594	30.096
2006	2.732	31.692
2008 - 2012	2.800 – 2.938	32.490 – 34.086

Tabella 6 – Stima del consumo energetico regionale per la produzione di acqua calda sanitaria nel settore turistico per gli anni 2002, 2006, 2008 – 2012.

Si può notare, tenendo conto di quanto stimato in precedenza per il settore residenziale, che il fabbisogno energetico per produrre acqua calda sanitaria nel settore turistico rappresenta appena l'1,7% di quello per il settore residenziale campano. Da questo si evince come il settore in cui la penetrazione del solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria risulta senza dubbio auspicabile è quello residenziale vista la notevole richiesta energetica per tale uso.

Per quanto riguarda la stima dell'energia primaria risparmiata, a partire dai dati disponibili sulla utilizzazione del metano nell'area servita²² dalla Napoletanagas, si è ipotizzato, per una valutazione di massima, che in Campania si fornisca energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria nel 50% dei casi con l'utilizzo del gas combustibile e per l'altro 50% con l'utilizzo dell'energia elettrica: in questa ipotesi per ogni m² di superficie captante installata si risparmiano 1.570 kWh/anno (1.353 Mcal/anno) di energia primaria²³.

²² L'area comprende molti comuni della provincia di Napoli compreso il capoluogo.

²³ Si è stimato che per ogni m² di superficie captante installata si forniscono 767 kWh_t non producendoli quindi con sistemi tradizionali. Si ipotizza che il 50% (383,5 kWh_t) sia fornito con lo scaldabagno elettrico (efficienza 0,9) e l'altro 50% (383,5 kWh_t) con la caldaia a gas (efficienza 0,8). Quindi per

Per il settore residenziale, con l'installazione della superficie captante prevista dagli obiettivi di diffusione, si ottiene dunque (tabella 7):

Anno	2002	2006	2008-2012
Energia primaria risparmiata (MWh/anno)	122.385	242.584	485.507
(kcal/anno)	$1,05 \cdot 10^{11}$	$2,09 \cdot 10^{11}$	$4,18 \cdot 10^{11}$
(MJ/anno)	$4,40 \cdot 10^8$	$8,75 \cdot 10^8$	$1,75 \cdot 10^9$
% sul fabbisogno energetico regionale per acqua calda sanitaria	6,5	12,1	22

Tabella 7 – Risparmio di energia primaria in applicazione degli obiettivi di diffusione stimati ed incidenza percentuale sul fabbisogno energetico regionale.

Si è poi ipotizzato, sia per il settore residenziale che per il settore turistico-alberghiero, di soddisfare il fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda sanitaria con la massima copertura consentita con impianti ad energia solare, cioè il 75%; tale proiezione ha portato alle seguenti stime (tabelle 8 e 9):

Anno	Energia primaria risparmiata (MWh/anno)	Superficie captante da installare (m ²)	Percentuale della superficie rispetto a quella potenziale (%)
2002	1.404.257	894.431	3,7
2006	1.504.561	958.319	3,9
2008	1.554.713	990.263	4,0
2012	1.655.017	1.054.151	4,3

Tabella 8 – Settore residenziale - Previsioni di sviluppo nell'ipotesi del soddisfacimento del 75% del fabbisogno energetico regionale per la produzione di acqua calda sanitaria nel settore residenziale con pannelli solari.

fornire 383,5 kWh_t con la caldaia a gas servono circa 480 kWh di energia primaria, mentre per fornire 383,5 kWh_t con lo scaldabagno elettrico servono circa 426 kWh elettrici che per essere prodotti in centrale termoelettrica (efficienza media 0,391) richiedono circa 1.090 kWh di energia primaria. Sommando i risparmi di energia primaria si ha un totale di 1.570 kWh/anno per m² di superficie captante installata.

Anno	Energia primaria risparmiata (MWh/anno)	Superficie captante da installare (m ²)
2002	22.572	14.377
2006	23.769	15.139
2008	24.368	15.521
2012	25.565	16.283

Tabella 9 – Settore turistico - Previsioni di sviluppo nell'ipotesi del soddisfacimento del 75% del fabbisogno energetico regionale per la produzione di acqua calda sanitaria nel settore residenziale con pannelli solari.

Potenzialità di emissioni evitate di CO₂

L'entità delle emissioni evitate di CO₂ è valutata ipotizzando il raggiungimento degli obiettivi di diffusione del solare termico stimati precedentemente (tabella 10) ed assumendo che l'energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria nel 50% dei casi sia fornita utilizzando il gas metano e per l'altro 50% utilizzando l'energia elettrica. In queste ipotesi per ogni m² di superficie captante installata si evita la produzione di 390,3 kg di CO₂/anno²⁴:

Anno	2002	2006	2008-2012
Superficie captante da installare in Campania secondo gli obiettivi di diffusione (m ²)	77.952	154.512	309.240
CO ₂ evitata (tonnellate)	30.425	60.306	120.696
% sul valore totale delle emissioni nel settore domestico	1,26	2,27	4

Tabella 10 – Emissioni evitate di CO₂ in base agli obiettivi di diffusione stimati in precedenza.

²⁴ Supponendo che per la produzione di acqua calda sanitaria nel 50% dei casi si utilizzi la caldaia a gas e per l'altro 50% lo scaldabagno elettrico si ottiene il valore di 390,3 kg di CO₂/m² anno evitata in quanto l'energia termica fornita da un m² di captatore è 767 kWh_t/anno: 383,5 kWh_t/anno non prodotti con caldaia a gas evitano l'emissione di 92 kg di CO₂/anno (0,24 kg di CO₂/kWh_t risparmiato); 383,5 kWh_t/anno non prodotti con scaldabagno elettrico evitano l'emissione di 298,3 kg di CO₂/anno (0,7 kg di CO₂/kWh_e risparmiato).

Con le ipotesi assunte precedentemente si sono valutate le emissioni evitate CO₂ ipotizzando di coprire con gli impianti solari termici il 75% del fabbisogno nel settore residenziale e turistico (tabelle 11 e 12):

Anno	2002	2006	2008-2012
Superficie captante da installare (m ²)	1.054.566	1.129.892	1.167.554-1.242.881
CO ₂ evitata (tonnellate)	411.597	440.997	455.696 – 485.096
% sul valore delle emissioni nel settore domestico	17,10	16,62	15,19 – 16,17

Tabella 11 – Emissioni evitate di CO₂ nell'ipotesi di soddisfare il 75% del fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda sanitaria nel settore residenziale.

Anno	2002	2006	2008-2012
Superficie captante da installare (m ²)	16.951	17.850	18.300 - 19.198
CO ₂ evitata (tonnellate)	6.616	6.967	7.142–7.493
% sul valore delle emissioni nel settore terziario	1,49	1,32	1,19 – 1,25

Tabella 12 – Emissioni evitate di CO₂ nell'ipotesi di soddisfare il 75% del fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda sanitaria nel settore turistico.

Valutazione economica

Ci si riferisce ad impianti solari termici a circolazione naturale per la produzione di acqua calda sanitaria²⁵ destinati al settore residenziale. Il costo di impianto per m² di superficie captante varia a secondo del tipo di utenza:

- utenza monofamiliare (fino a 10 m² di superficie captante installata): il costo medio è di 1.200.000 £/m² (619,75 €/m²) (IVA compresa);
- complesso residenziale (oltre 10 m² di superficie captante installata): il costo medio è di 800.000 £/m² (413,17 €/m²) (IVA compresa).

Nella successiva tabella 13 e 14 si riporta la stima effettuata degli investimenti facendo riferimento ad un costo variabile tra 800.000 £/m² (413,17 €/m²) ed 1.000.000 £/m² (516,46 €/m²).

²⁵ Sono, come visto in precedenza, gli impianti più semplici da un punto di vista impiantistico e quindi più diffusi.

Anno	2002	2006	2008-2012
Superficie captante da installare (m ²)	77.952	154.512	309.240
Investimento da sostenere con un costo di 1.200.000 £/m ² (619,75 €/m ²) (miliardi di £)	93,5	185,4	371,1
(milioni di €)	48,29	95,75	191,66
Investimento da sostenere con un costo di 1.000.000 £/m ² (516,46 €/m ²) (miliardi di £)	78	154,5	309,2
(milioni di €)	40,28	79,79	159,69
Investimento da sostenere con un costo di 800.000 £/m ² (413,17 €/m ²) (miliardi di £)	62,4	123,6	247,4
(milioni di €)	32,23	63,83	127,77

Tabella 13 – Investimenti da sostenere per raggiungere gli obiettivi di diffusione.

Anno	2002	2006	2008 – 2012
Superficie captante da installare (m ²)	894.431	958.319	990.263 – 1.054.151
Investimento da sostenere con un costo di 1.200.000 £/m ² (619,75 €/m ²) (miliardi di £)	1.073,3	1.150	1.188,3 – 1.265
(milioni di €)	554,32	593,92	613,71 – 653,31
Investimento da sostenere con un costo di 1.000.000 £/m ² (516,46 €/m ²) (miliardi di £)	894,4	958,32	990,3 – 1.054,2
(milioni di €)	461,94	494,93	511,43 – 544,42
Investimento da sostenere con un costo di 800.000 £/m ² (413,17 €/m ²) (miliardi di £)	715,5	766,7	792,2 – 843,3
(milioni di €)	369,55	395,94	409,14 – 435,54

Tabella 14 – Valutazione degli investimenti da sostenere per coprire il 75% del fabbisogno energetico regionale per la produzione di acqua calda sanitaria.

Nel settore turistico si ipotizza l'utilizzo di impianti con una superficie captante superiore ai 10 m², e quindi con un costo di 800.000 £/m² (413,17 €/m²), inoltre, dato il peso relativo di tale settore in termini di risparmi energetici conseguibili, la valutazione degli investimenti è stata effettuata solo nell'ipotesi di coprire il 75% del fabbisogno

energetico stimato per la produzione di acqua calda sanitaria come riportato nella tabella 15.

Anno	2002	2006	2008-2012
Superficie captante da installare (m ²)	16.951	17.850	18.300 - 19.198
Investimento da sostenere per coprire il 75% del fabbisogno energetico (miliardi di £)	13,56	14,28	14,64 – 15,36
(milioni di €)	7,00	7,38	7,56 – 7,93

Tabella 15 – Investimenti da sostenere per coprire il 75% del fabbisogno energetico regionale per la produzione di acqua calda sanitaria nel settore turistico.

Analisi Economica

Produzione di acqua calda sanitaria per un utenza monofamiliare .

Si sono assunti, per la valutazione economica, i seguenti dati:

- Utente monofamiliare tipo composta da 4 persone
- Consumo giornaliero di acqua calda stimato in 240 litri
- Richiesta di energia termica pari a 8,4 kWh_t al giorno per produrre acqua calda sanitaria.
- Copertura massima del fabbisogno energetico per l'acqua calda sanitaria con impianti ad energia solare 75% (con sistema ad accumulo)

In base ai dati precedentemente forniti, ed alle agevolazioni previste, si è valutato il costo del kWh_t prodotto con l'impianto solare come riportato nella tabella 16.

Vita utile dell'impianto solare (costo ridotto)	Costo unitario (£/kWh _t)	Costo unitario (€/kWh _t)
15 anni	222	0,11
20 anni	200	0,10

Tabella 16 – Valutazione del costo del kWh_t prodotto con l'impianto solare con detrazione dall'IRPEF (36% del costo).

In ambito urbano l'acqua calda sanitaria è per la maggior parte dei casi prodotta con caldaie a gas e scaldabagni elettrici, e quindi sembrato opportuno valutare i benefici economici conseguibili con l'introduzione dell'impianto solare per integrare il fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda sanitaria, nelle due ipotesi considerate:

1. integrazione del sistema elettrico **preesistente** con impianto solare;
2. integrazione del sistema a gas **preesistente** con impianto solare.

L'analisi tecnico-economica, considerando il solo pay-back, ha portato ai risultati della figura 1 e della tabella 18.

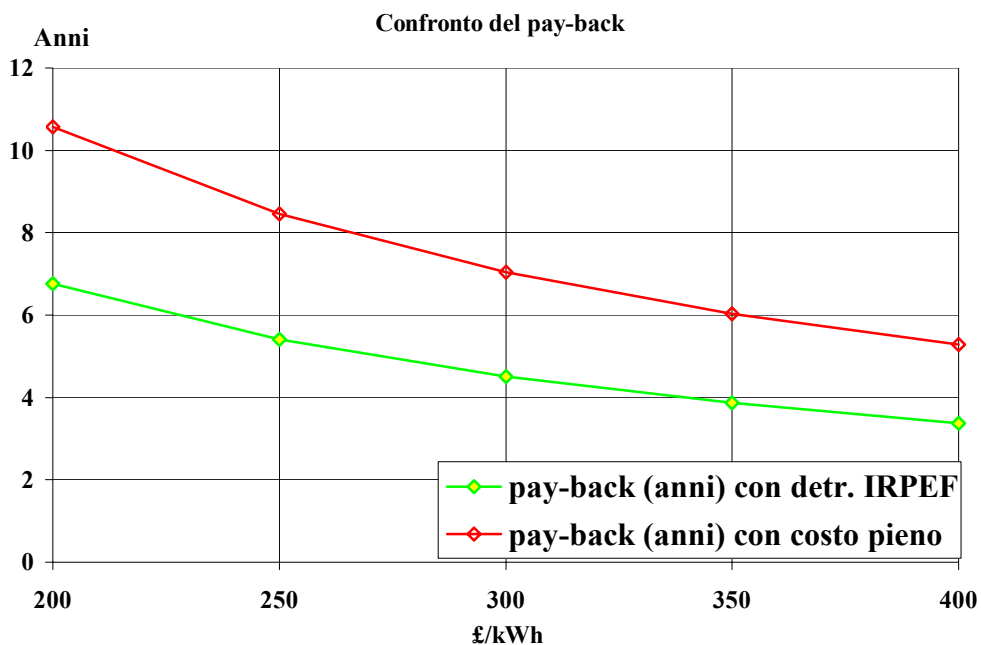


Fig. 1 – Confronto tra gli andamenti del pay-back semplice in funzione del costo medio annuo del kWh elettrico per un impianto solare termico utilizzato come integrazione ad uno scaldabagno elettrico.

Costo dell'impianto solare	Pay-back (anni)
3.600.000 £ (1.859,24 €) (senza detrazione)	10,6
2.304.000 £ (1.189,92 €) (con detrazione del 36%)	6,8

Tabella 18 – Valutazione del Pay-back semplice per un impianto solare termico utilizzato come integrazione ad una caldaia a gas per la produzione di acqua calda sanitaria.

Produzione di acqua calda sanitaria per complessi residenziali

Si sono assunti, per la valutazione economica, i seguenti dati:

- Complesso residenziale in grado di ospitare, giornalmente, una media di 200 persone
- Fabbisogno di 12.000 litri/giorno di acqua calda sanitaria a circa 50 °C (si considera un fabbisogno per persona di 60 litri/giorno), a cui corrisponde²⁶ un fabbisogno di energia termica pari a 153.300 kWh_t;
- Copertura massima del fabbisogno energetico per l'acqua calda sanitaria con impianti ad energia solare 75% (con sistema di accumulo)

In base ai dati precedentemente forniti, ed alle agevolazioni previste, si è valutato il costo del kWh_t prodotto con l'impianto solare come riportato nella tabella 19.

Vita utile dell'impianto solare	Costo unitario (£/kWh _t)	Costo unitario (€/kWh _t)
15 anni	100	0,051
20 anni	90	0,046

Tabella 19 – Valutazione del costo del kWh_t prodotto con l'impianto solare preso in esame considerando la detrazione dall'IRPEF del 36% del costo.

Come fatto in precedenza per l'utenza monofamiliare, anche in questo caso si valuta la convenienza economica di usare un impianto a pannello solari, nelle seguenti soluzioni impiantistiche:

1. integrazione del sistema elettrico **preesistente** con impianto solare;
2. integrazione del sistema gas **preesistente** con impianto solare.

L'analisi tecnico-economica ha portato per la soluzione 2 ad una valutazione di un pay-back semplice dell'investimento pari a 4,8 anni, mentre per la soluzione 1, si ottiene una variazione del periodo di recupero del capitale come riportato in figura 2:

²⁶ Ci si riferisce al valore di fabbisogno energetico giornaliero pro-capite di 2,1 kWh_t stimato in precedenza.

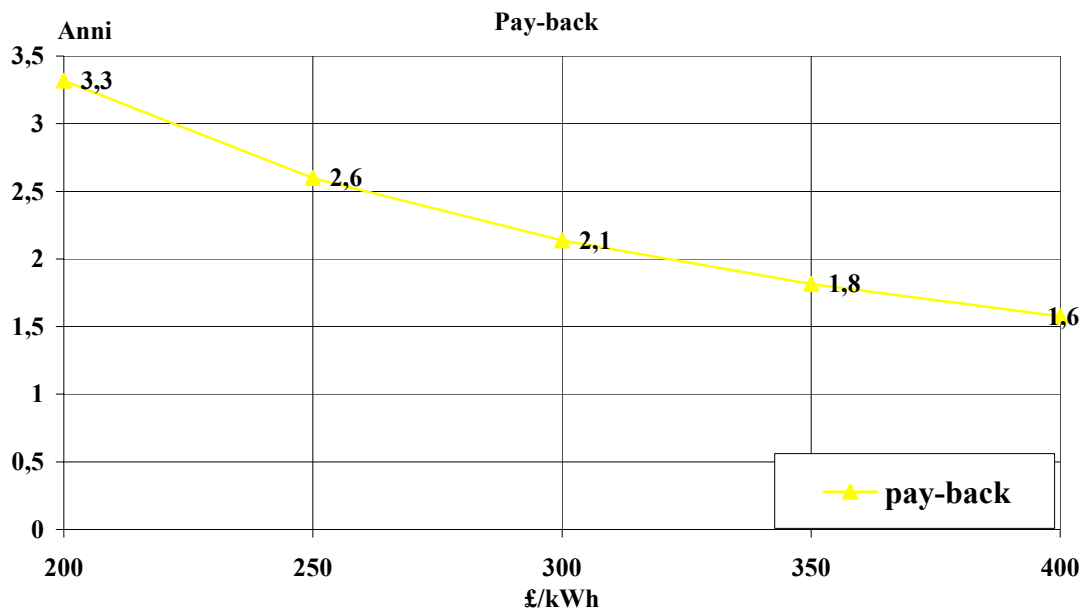


Fig. 2 – Pay-back semplice in funzione del costo medio annuo del kWh elettrico per un impianto solare termico utilizzato come integrazione ad un sistema elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria considerando la detrazione del 36% del suo costo dall'IRPEF.

Impianto solare termico per il riscaldamento ambientale di un'abitazione tipo

La soluzione impiantistica meno costosa è quella di utilizzare l'impianto solare termico come preriscaldatore e quindi di supporto all'impianto tradizionale preesistente per il riscaldamento ambientale (caldaia a gas). Come fabbisogno medio per il riscaldamento di una abitazione tipo in Campania si prende come riferimento il valore, precedentemente stimato, di 5.568 kWh_t, che, con un rendimento di sistema dell'80% comporta una richiesta energetica di 6.960 kWh; quest'ultimi corrispondono ad un consumo di circa 720 Nm³ di gas. Si ipotizza infine di volere coprire circa il 40% di questo fabbisogno (2.227 kWh_t) con pannelli solari..

Si assume che la superficie captante dell'impianto solare termico, necessaria a soddisfare il fabbisogno energetico stimato, sia mediamente di 16 m² e che il relativo costo ammonti a 14 milioni di lire (7.230,40 €) (IVA al 10% compresa)²⁷

Il risparmio dovuto all'apporto dell'impianto solare è in termini energetici di 2.784 kWh, che corrispondono a circa 288 Nm³ di gas con un risparmio di 390.000 £ (201,42 €), ed il pay-back semplice²⁸, considerando anche la detrazione del 36% del costo dall'IRPEF, è di circa 23 anni assolutamente non accettabile.

²⁷ Si ipotizza un costo, per questo impianto, di circa 800.000 £ (413,17 €) al m² di superficie captante, in relazione alle economie di scala realizzabili, più circa 2.000.000 £ (1.032,91 €) per un eventuale sistema di accumulo.

²⁸ Anche in questo caso, per semplicità, non si considerano le spese di manutenzione e di gestione

Per far sì che un tale impianto possa ritenersi conveniente dovrebbe godere di incentivi sostanziosi oltre alle già viste agevolazioni fiscali; in pratica se si volesse ottenere un pay-back semplice di almeno 5 - 6 anni si dovrebbe finanziare circa il 75%²⁹ del costo di impianto.

Emissioni evitate

Con riferimento ai casi precedentemente esaminati.

- utenza monofamiliare - impianto solare termico capace di coprire il 75% del fabbisogno energetico annuo. per la produzione di acqua calda sanitaria;
- complesso residenziale - impianto solare termico capace di coprire il 75% del fabbisogno energetico annuo. per la produzione di acqua calda sanitaria;
- riscaldamento ambientale di un'abitazione tipo - impianto solare termico capace di coprire il 40% del fabbisogno energetico annuo.

Sono riportate nelle tabelle successive (20 – 22) le stime delle emissioni evitate e dell'energia primaria risparmiata

Sistema tradizionale	Scaldabagno elettrico		Caldaia a gas	
	15 anni	20 anni	15 anni	20 anni
CO ₂ (kg)	26.910	35.880	8.280	11.040
NO _x (g)	23.115	30.820	7.935	10.580
SO _x (g)	38.295	51.060	-	-
Polveri (g)	3.795	5.060	-	-
Energia primaria risparmiata (MJ)	353.970	471.960	155.595	207.460

Tabella 20 – Emissioni evitate ed energia primaria risparmiata durante la vita utile dello impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria di un'utenza monofamiliare installato in Campania.

(comunque piuttosto contenute per un impianto di questo tipo).

²⁹ Un finanziamento di questa entità è attuato nel caso degli impianti fotovoltaici.

Sistema tradizionale	Scaldabagno elettrico		Caldaia a gas	
	15 anni	20 anni	15 anni	20 anni
CO ₂ (kg)	1.345.500	1.794.000	414.000	552.000
NO _x (g)	1.155.750	1.541.000	396.750	529.000
SO _x (g)	1.914.750	2.553.000	-	-
Polveri (g)	189.750	253.000	-	-
Energia primaria risparmiata (MJ)	17.698.500	23.598.000	7.779.750	10.373.000

Tabella 21 – Emissioni evitate ed energia primaria risparmiata durante la vita utile dello impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria per un’utenza di un complesso residenziale installato in Campania.

Sistema tradizionale	Caldaia a gas	
	15 anni	20 anni
CO ₂ (kg)	8.017,2	10.689,6
NO _x (g)	7.683,15	10.244,2
Energia primaria risparmiata (MJ)	150.656,6	200.875,4

Tabella 22 – Emissioni evitate ed energia primaria risparmiata durante la vita utile dello impianto solare termico per il riscaldamento ambientale di un’abitazione tipo ubicata in Campania.

Aspetti giuridici e quadro normativo

Nel campo degli incentivi all’utilizzo dell’energia solare termica, nel corso degli anni si sono avvicinate varie forme di finanziamento con successi alterni, spesso limitati da periodi congiunturali sfavorevoli o da politiche di promozione poco efficaci se non dannose. Attualmente la tecnologia del solare termico è sicuramente più affidabile che in passato e sicuramente un rinnovato interesse politico unito ad efficaci strategie di promozione e diffusione possono rimettere in moto un settore che in Italia ha conosciuto una lunga fase di letargo.

Nel 2001 sono partiti alcuni programmi specifici per la realizzazione di impianti solari termici a bassa temperatura presso edifici pubblici e privati per la produzione di acqua calda sanitaria, riscaldamento degli ambienti e riscaldamento delle piscine. Tali Programmi, che hanno attivato investimenti per complessivi 90 miliardi di lire (46.481.120,92 €), dovrebbero permettere l’installazione di circa 90.000 m² di collettori solari nell’arco di un biennio e quindi consentirebbero di triplicare la superficie installata al 2000 che è di circa 25.000 m².

I Programmi sono brevemente descritti nel seguito:

1. Programma ‘Comune Solarizzato’ è un programma rivolto ad Enti locali e Regioni (in particolare a quelle del centro sud), che vogliono installare impianti solari per la produzione d’acqua calda in edifici pubblici.

2. Programma 'Solare Termico' (per tutti gli Enti pubblici ed Aziende comunali distributrici di gas naturale) è un programma che prevede un co-finanziamento pari al 30% del costo degli impianti solari termici da installare su edifici pubblici per la produzione di calore a bassa temperatura e in particolare per la produzione di acqua calda sanitaria, per il riscaldamento dell'acqua delle piscine, per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti..

3. Programma solare termico Regione Lombardia: il Ministero dell'Ambiente ha impegnato 2 miliardi di lire (1.032.913,80 €) e altrettanto ha fatto la Regione Lombardia per finanziare con contributi del 15% l'installazione di 10.000 mq di collettori solari termici da parte di soggetti privati.

4. Programma nazionale di Solarizzazione dei penitenziari italiani: il Programma è un progetto pilota gestito in collaborazione con il Ministero della Giustizia e prevede la installazione di 3.000 m² di collettori in 5 anni.

Tra i vari provvedimenti normativi di natura tributaria contenuti nella legge finanziaria (legge 488/99), due sono quelli che possono essere sfruttati per l'acquisto di sistemi che utilizzano energie rinnovabili e sistemi solari in particolare: il nuovo regime di aliquota IVA e la detrazione IRPEF del 36% delle spese documentate ed effettivamente rimaste a carico, fino ad un massimo di 150 milioni £ (77.468,53 €) (comprese le spese per la progettazione e tutte le prestazioni professionali connesse all'opera), per gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria e di recupero sul patrimonio edilizio. In particolare l'aliquota IVA applicabile ai sistemi solari termici è del 10% nei seguenti casi:

- nella cessione di impianti termici che producono calore-energia impiegando come fonte energetica quella solare;
- nei contratti di appalto aventi ad oggetto la realizzazione degli impianti medesimi;
- nella cessione di beni finiti (escluse la materie prime e semilavorate) forniti per la costruzione degli impianti in parola.

L'aliquota IVA del 10%, quindi, si applica in toto per quegli interventi che prevedono la prevalenza percentuale delle attività (progettazione, manutenzione, etc.) rispetto al valore del bene o dei beni impiegati per il raggiungimento dell'obiettivo.

Bibliografia

ENEA

“Regione Campania: analisi socioeconomica, energetica, indicatori energetici e scenari tendenziali al 2010. Potenziale solare, biomasse ed eolico. Catasto delle emissioni. Sistema informativo PenTEc”.

ENEA

“Sviluppo sostenibile: l’energia fotovoltaica”

Marcello Antinucci, Marina Coloni, Ecuba srl (Bologna); Giovanni Fini, Comune di Bologna (Bologna); Christine Joder, Reinhard Six, Rhonalpennergie Environnement (Lyon); Marc Jedliczka, Phebus (Lyon)

“PerseuS. Guida all’installazione di impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica destinata all’utente finale. (Progetto PerseuS)
Reggio Emilia, 2001

Prof. Ing. Vito Giorgio Colaianni

“Studio per l’elaborazione del piano energetico regionale della Regione Puglia. Energia solare. Impianti per usi civili ed industriali di piccola e media taglia -Applicazioni - Normative di riferimento – Problematiche tecnico economiche della promozione regionale – Indicazioni territoriali.”
Politecnico di Bari

Prof. Ing. Raffaele Vanoli, Ing. Massimo Dentice D’Accadia, Ing. Maurizio Sasso
Appunti del corso di “Energetica”
Facoltà di Ingegneria di Napoli, 2000

Prof. Annibale Mottana, Prof. Stefano Pignotti

“Problematiche ambientali connesse all’utilizzo di fonti di energia rinnovabile”
La Termotecnica, Maggio 2000

Dott. Ing. Leonardo Marzio, Ing. Roberto Vigotti

“Gli impianti fotovoltaici nel sistema elettrico”
La Termotecnica, Aprile 1999

Dott. Ing. Luciano Barra

“Il Libro Bianco per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili”
La Termotecnica, Gennaio/Febbraio 2000

Ing. Stefano Allegri, Ing. Gian Battista Zorzoli

“Analisi e prospettive del mercato dei certificati verdi”
La Termotecnica, Ottobre 2000

*M. Dentice D'Accadia, M. Sasso, S. Sibilio, R. Vanoli, E. Bulgari, G. Falcone,
E. Pastore*

“Analisi energetica ed economica di alcune utenze del territorio ubicate nella Regione
Campania: alberghi ed ospedali”

CUEN, Napoli Ottobre 2000

SITI WEB:

www.minambiente.it

www.enea.it

www.isesitalia.it

www.enel.it

www.regionecampania.it

www.grtn.it

www.deasrl.it

www.autorita.energia.it