

## Il fotovoltaico: costi di produzione e tariffe nell'ottica di attuazione del PANER<sup>1</sup>

Marcello Garozzo

In questo breve documento ci si propone di valutare i costi economici del fotovoltaico, sia in termini di potenza installata che in termini di energia prodotta, dal 2010 al 2020, anche ai fini di verificare se le tariffe previste dal Vecchio Conto Energia (DM 19 febbraio 2007) e dal Nuovo Conto Energia (DM 6 agosto 2010) siano allineate con i costi di produzione.

Quindi, ai fini di verificare la percorribilità del PANER per ciò che riguarda il fotovoltaico, viene svolta un'analisi volta a stimare sia il costo di tale sistema di tariffe, sia alcuni vantaggi economici che ne derivano per il sistema Paese.

### 1. Il costo del kWh fotovoltaico.

Per valutare il costo del kWh prodotto si usa la seguente formula:

$$C_{kWh} = C_{inv} (1+t)^n/nP + C_{oem}$$

Dove:

$C_{kWh}$  è il costo dell'energia prodotta in €/kWh

$C_{inv}$  è il costo di investimento di impianto in €/kW

$t$  è il tasso di interesse annuo

$n$  è il numero degli anni considerato

$C_{oem}$  è il costo di gestione ed esercizio in €/kWh.

Si noti che il valore così ottenuto rappresenta il mero costo di produzione e non include, ovviamente, né l'utile né i rischi di impresa.

---

<sup>1</sup> Piano di Azione Nazionale per le Energie Rinnovabili dell'Italia (PANER) del 2010 del Ministero dello Sviluppo Economico

In questa parte del documento, inoltre, si prendono in considerazione solo impianti non integrati nell'edilizia, in quanto i sovra-costi dell'integrazione edilizia non sembra corretto imputarli alla mera produzione energetica.

Ai costi attuali di impianto di **2600 €/kW** e di 0,03/kWh per  $C_{oem}^2$ , assumendo un 5% di interesse annuo, una producibilità media  $P$  di 1200 kWh/kW per  $n =$  venti anni, durata prevista per le attuali tariffe, si ottiene  **$C_{kWh} = 0,32 \text{ €/kWh}$** .

Per valutare il costo dell'energia prodotta dagli impianti che entreranno in esercizio da qui al 2020, occorre ipotizzare un tasso di abbattimento del costo di investimento degli impianti.

Nella tabella seguente si riportano i tassi di abbattimento assunti da alcune delle principali organizzazioni internazionali.

Fonte (2010)	Tasso annuo di abbattimento (%)
Applied Materials	4,5
EPIA	>5
EU PV platform	5,7
IEA Technology Roadmap: Solar photovoltaic energy	6,0

Tab.1 L'abbattimento del costo degli impianti fotovoltaici non integrati secondo alcune significative fonti internazionali.

Si ritiene opportuno assumere una valutazione prudentiale di un tasso di abbattimento del 5% annuo, evidenziando come questa ipotesi non tenga conto di alcun *breakthrough* tecnologico, ma rappresenti solo una normale curva di abbattimento dei costi dovuto all'aumento della scala di produzione (*learning curve*). D'altra parte questa assunzione sembra assolutamente in linea con quanto previsto dal legislatore (DM 6 agosto 2010) per l'abbattimento delle tariffe dal 2012, pari al 6% annuo (vedi in seguito).

In base a tale ipotesi, il costo di impianto diminuisce fino a giungere nel 2020 ad un valore pari a **1557 €/kW**. Se si assume per il costo di manutenzione ed esercizio un valore debolmente decrescente da 0,03 €/kW a 0,025 €/kW<sup>1</sup>, lasciando invariati gli altri parametri, si ottiene al 2020 un costo per l'energia prodotta pari a  **$C_{kWh} = 0,20 \text{ €/kWh}$** .

Da notare che l'International Energy Agency (IEA) nel suo World Energy Outlook 2010 prevede al 2020 un costo medio dell'energia prodotta da impianti fotovoltaici non integrati nell'edilizia pari a 280 \$/MWh cioè 0,21 €/kWh.

Nella tabella seguente è riportato l'andamento temporale sia del costo di investimento che del costo dell'energia prodotta.

<sup>2</sup> "Le ricadute economiche e occupazionali degli scenari di produzione elettrica al 2020 in Italia", CNEL 2010 (Studio eseguito dalla Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile)

Anno	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
C <sub>inv</sub> (€/kW)	2600	2470	2347	2229	2118	2012	1911	1816	1725	1639	1557
C <sub>oem</sub> (€/kWh)	0,03	0,03	0,028	0,028	0,027	0,027	0,026	0,026	0,025	0,025	0,025
C <sub>kWh</sub> (€/kWh)	0,317	0,303	0,287	0,274	0,261	0,249	0,237	0,227	0,216	0,206	0,197

Tab.2 Andamento temporale dei costi di investimento e di produzione del fotovoltaico

Ai fini di valutare l'idoneità delle tariffe, si considerano i seguenti valori, sempre riferendosi ad impianti non integrati nell'edilizia:

- 1) Per il 2010 si è fatto riferimento al Vecchio Conto Energia (DM 19 febbraio 2007) impiegando la tariffa risultante (0,354 €/kWh) dalla media pesata delle tariffe con la distribuzione in fascia di potenza degli impianti in esercizio al 30 novembre 2010, come ricavata da dati GSE.
- 2) Per il 2011 si è fatto riferimento al Nuovo Conto Energia (DM 6 agosto 2010) impiegando le tariffe in vigore dopo 31 agosto 2011 e facendone la media pesata con la distribuzione in fascia di potenza degli impianti in esercizio al 31 ottobre 2010<sup>3</sup>, come ricavata da dati GSE. Si è ottenuto 0,285 €/kWh.
- 3) Dal 2012 la tariffa è quella del punto 2) decurtata del 6% annuo, come previsto dal DM 6 agosto 2010.

Per quel che riguarda il prezzo dell'energia pagata agli impianti si è assunto il valor medio 2010 incrementato linearmente fino 0,074 €/kWh al 2020<sup>4</sup>.

Nella tabella seguente viene riportato l'input economico (tariffa più prezzo pagato per l'energia prodotta) per kWh fotovoltaico in €/kWh, paragonato al costo di produzione, per gli impianti entrati in esercizio dal 2010 al 2020.

Anno	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tariffa (1)	0,354	0,285	0,268	0,252	0,237	0,223	0,209	0,197	0,185	0,174	0,163
Prezzo energia(2)	0,064	0,065	0,066	0,067	0,068	0,069	0,070	0,071	0,072	0,073	0,074
Totale (3)=(1)+(2)	0,418	0,350	0,334	0,319	0,305	0,292	0,279	0,268	0,257	0,247	0,237
Costo di produzione (4)	0,317	0,303	0,287	0,274	0,261	0,249	0,237	0,227	0,216	0,206	0,197
Differenza (5)=(3)-(4)	0,101	0,047	0,046	0,044	0,044	0,042	0,042	0,041	0,041	0,041	0,040
(5)/(4) %	31,7	15,5	16,2	16,2	16,7	16,9	17,6	18	19,1	19,7	20,4

Tab.3 Input economico e costo di produzione del fotovoltaico

<sup>3</sup> La distribuzione in fasce di potenza al 30 novembre 2010 con la necessaria definizione non è ancora disponibile al momento della stesura del presente documento

<sup>4</sup> Fonte Assoelettrica. Ovviamente tale assunzione può anche risultare molto ottimistica, soprattutto nel caso di un incremento significativo dei costi dei combustibili fossili per la produzione termoelettrica.

Dalla Tab.3 si possono trarre alcune osservazioni:

- La tariffa prevista dal Vecchio Conto Energia si è rivelata sovrastimata nel 2010 rispetto ai costi di produzione, essenzialmente a causa del forte abbattimento dei costi di impianto cui si è assistito proprio nel corso di questo anno. Infatti in questa situazione per ogni kWh prodotto si ha un margine di circa 0,1 €, pari ad oltre il 30% del costo di produzione stesso.
- L'intervento del legislatore (Nuovo Conto Energia) ha provveduto ad allineare opportunamente le tariffe al costo di produzione, più che dimezzando il margine, che decresce, sia pure debolmente, dal 2011 al 2020, apparendo comunque sempre ragionevole, se si ricorda, come già detto, che tale margine non comprende né il rischio né l'utile di impresa.
- Il rapporto fra margine ed costo di produzione inizialmente si dimezza anch'esso, passando da oltre il 30% a poco più del 15%, per poi risalire lentamente a circa il 20%, principalmente a causa della significativa diminuzione del costo di produzione stesso.

## 2. Impatto economico del Conto Energia

Per valutare l'impatto economico del Conto Energia, si è considerato:

- Per il 2010 il dato di potenza installata dato dal GSE all'11 gennaio 2011 e la produzione annua data da Terna;
- Per l'arco temporale 2011 – 2020 quanto riportato dal Piano di Azione Nazionale per le Energie Rinnovabili dell'Italia (PANER) del 2010 del Ministero dello Sviluppo Economico, sia in termini di potenza installata cumulata, che di produzione annua, limitatamente al fotovoltaico.

Questi dati sono di seguito riportati, inclusa la producibilità del complesso degli impianti.

Anno	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Potenza installata (MW)</b>	2462	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000
<b>GWh prodotti</b>	1596	3300	4006	4711	5417	6122	6928	7532	8239	8944	9650
<b>Producibilità (MWh/MW)</b>	648	943	1002	1047	1083	1113	1155	1159	1177	1193	1206

Tab.4 Potenza installata cumulata, produzione annua e producibilità del fotovoltaico (2010: dati statistici; 2011-2020 fonte PANER)

E' opportuno osservare che la bassa producibilità degli impianti nel 2010 è verosimilmente legata al fatto che molti impianti sono entrati in esercizio verso la fine dell'anno ai fini di poter usufruire delle tariffe del Vecchio Conto Energia. Il Nuovo Conto Energia, infatti, datato agosto 2010, è valido per gli impianti che entrano in esercizio dopo il 1 gennaio 2011 e prevede, come riportato, tariffe significativamente minori.

In merito alle tariffe, l'approccio impiegato è analogo a quello seguito nel Capitolo precedente (media pesata con la distribuzione in potenza), con la differenza che, ai fini di valutare l'impatto economico delle tariffe stesse si è reso necessario tener conto anche di quelle relative ad impianti integrati nell'edilizia o comunque su edifici.

Più in dettaglio si è assunto che gli impianti con potenza inferiore a 3 kW siano tutti su edifici (per il 2010, 50% integrati e 50% parzialmente integrati), quelli con potenza fra 3 kW e 20 kW metà non su edifici e metà su edifici (di questi ultimi, per il 2010, 50% integrati e 50% parzialmente integrati) e, infine, che gli impianti con potenze superiore a 20 kW siano essenzialmente non su edifici.

Dal 1 gennaio 2012, inoltre, si è seguita anche un'altra strada, che chiameremo della "grid parity": si considera un azzeramento graduale e lineare della tariffa dal 2012 al 2020, ipotizzando, appunto una parità dei costi di produzione del fotovoltaico col termoelettrico. Da quanto sopra detto appare evidente che tale ipotesi potrebbe avverarsi solo o in presenza di un significativo salto tecnologico che diminuisca il costo dei moduli, e quindi degli impianti, o nel caso di un forte aumento dei costi dei combustibili fossili. Essa viene qui comunque riportata per completezza di informazione.

Le tariffe prese in considerazione nel periodo di riferimento sono di seguito riportate.

Anno	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Tariffe €/kWh</b>	0,365	0,291	0,274	0,257	0,242	0,227	0,214	0,201	0,189	0,177	0,167
<b>Grid parity €/kWh</b>	0,365	0,291	0,259	0,226	0,194	0,162	0,130	0,097	0,065	0,033	0,000

Tab.4 Tariffe (media pesata) per il fotovoltaico secondo i DM 19 febbraio e 6 agosto 2010 e nell'ipotesi di *grid parity*

Sulla base di tali assunzioni, il costo annuo delle tariffe (cfr. Fig.1) aumenta da circa 580 milioni di Euro nel 2010 a circa 2450 M€ nel 2020 (1900 M€ nel caso "grid parity"). Poiché la durata delle tariffe è prevista essere di 20 anni, esse continueranno a rappresentare un costo fino al 2040.

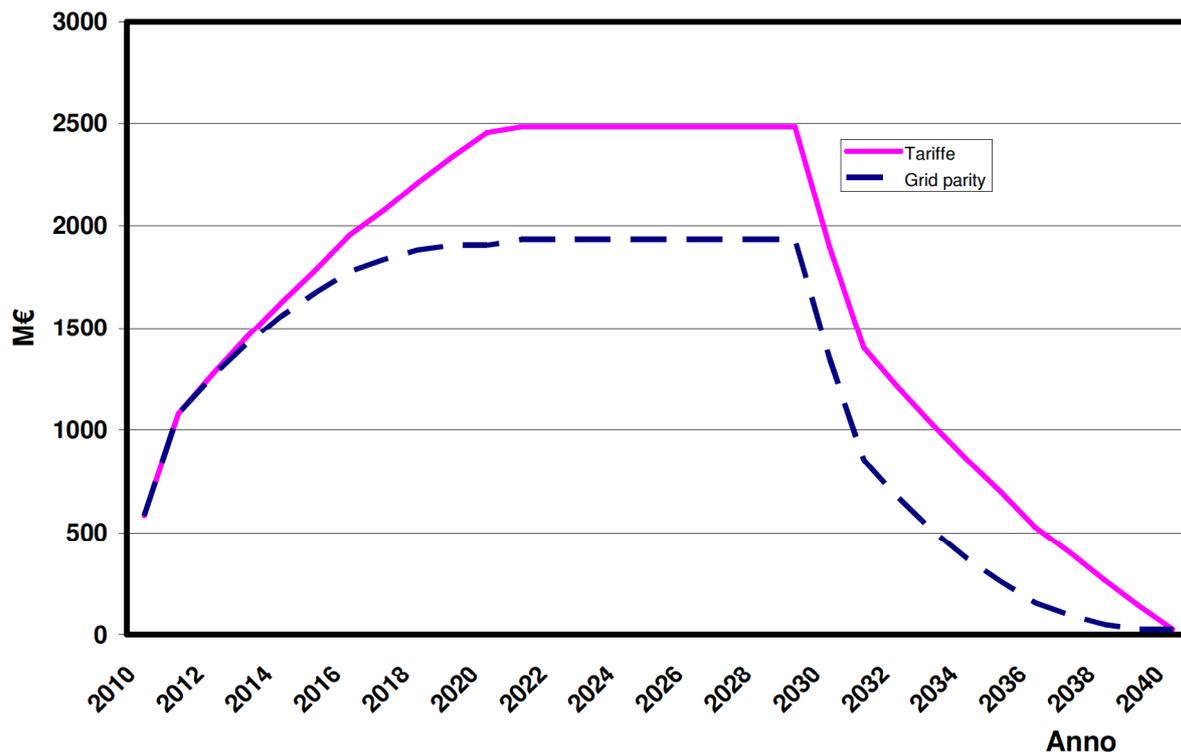


Fig.1 Costo annuo delle tariffe. La linea continua rossa secondo il DM 6 agosto 2010, la linea tratteggiata blu nel caso di "grid parity"

E opportuno valutare alcuni vantaggi economici connessi allo sviluppo del fotovoltaico, così come previsto dal PANER, che quindi limiteremo all'arco temporale 2010 – 2020

La produzione complessiva cumulata tra il 2010 e il 2020 da fotovoltaico ammonterà, sempre secondo il PANER, a circa 66,5 TWh, pari a 5,3 Mtep di energia primaria, che non si dovrà più produrre a partire da combustibili fossili. Assumendo pari a 410 M€ il costo di un Mtep da fossili<sup>5</sup>, si ricava un risparmio pari a circa 2200 M€. Verranno anche evitati circa 25 Mton di emissioni di CO<sub>2</sub>, che, assumendo un valore medio nel periodo pari a 25€/ton<sup>6</sup>, portano ad un ulteriore risparmio economico di oltre 620 M€. Inoltre, l'IVA sul valore degli impianti corrisponde a circa 1500 M€ di entrate per il fisco. Infine, si può valutare un incremento del Valore aggiunto pari ad oltre 1300 M€<sup>7</sup>.

<sup>5</sup> Fonte: "Proposte di Confindustria per il Piano straordinario di efficienza energetica 2010", Settembre 2010

<sup>6</sup> Fonte IEA, World Energy Outlook 2010

<sup>7</sup> "Le ricadute economiche e occupazionali degli scenari di produzione elettrica al 2020 in Italia", CNEL 2010 (Studio eseguito dalla Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile)

In conclusione, a livello Paese, si avranno complessivamente vantaggi economici per circa 5600 M€, non contando le imposte dirette per l'occupazione creata, IRES, IRAP e l'IVA sull'energia prodotta (che deve essere compensata da quella non prodotta da combustibili fossili).

In termini occupazionali, inoltre, è stato stimato che si avranno oltre 24.000 nuovi occupati (unità lavorative annue), dei quali circa 20.000 per la realizzazione degli impianti<sup>7</sup>.

In Tab 5 si riporta un confronto della situazione fra il 2010 ed il 2020. Come si può notare, la piena attuazione del PANER per il fotovoltaico, comporterà, nel solo 2020, una minore importazione annua di 770 ktep, con un risparmio nella bilancia energetica di oltre 300 milioni di Euro. In realtà, più che probabile aumento del costo dei combustibili fossili renderà questa cifra ancora più significativa.

	<b>2010</b>	<b>2020</b>
Tariffa (€/kWh)	0,354	0,163
Costo annuo delle tariffe (M€)	580	2450
Produzione annua (GWh)	1596	9650
Mtep da fossili evitati nell'anno	0,13	0,77
Costo dei fossili evitati nell'anno (M€)	52	314
CO <sub>2</sub> evitata nell'anno (Mton)	0,6	3,6
Costo CO <sub>2</sub> evitata nell'anno (M€) <sup>6</sup>	12	123

Tab. 5 Confronto fra situazione 2010 e situazione 2020

Per completezza di informazione, si ritiene opportuno calcolare quanto le tariffe sul fotovoltaico pesino nel 2010 e nel 2020 sulle famiglie italiane, se come avviene oggi, tali costi continueranno ad essere sostenuti ricorrendo alla componente A3 della tariffa elettrica.

Si è ipotizzato che la domanda elettrica, pari a 326 TWh nel 2010, si mantenga costante al 2020.

E' stata presa in considerazione la famiglia media italiana, con una potenza impegnata di 3 KW ed un consumo annuo di 2700 kWh. Si è inoltre ipotizzato che

la spesa annua di tale famiglia per l'energia elettrica, oggi pari a circa 440 €<sup>8</sup>, si mantenga costante nel tempo.

	<b>2010</b>	<b>2020</b>
Costo annuo delle tariffe (M€)	580	2450
Peso sulla componente A3 (c€/kWh) <sup>9</sup>	0,18	0,75 <sup>10</sup>
Costo annuo in bolletta per famiglia media (€)	4,8	20,3
Percento sul costo della bolletta elettrica	1,1	4,6 <sup>11</sup>

Tab. 6 Incidenza della tariffa fotovoltaica sulla bolletta elettrica di una famiglia media.

Come mostrato in Tab. 6 il peso della tariffa fotovoltaica sulla componente A3 passa da 0,18 c€/kWh nel 2010<sup>12</sup> a circa 0,75 c€/kWh (0,6 c€ nel caso "grid parity") nel 2020.

Se si fa riferimento ad una famiglia media italiana, queste cifre si tradurranno, nel 2020, in una spesa aggiuntiva per la bolletta elettrica pari a circa 1,7 €/mese, cioè il 4,6% del costo della bolletta medesima.

<sup>8</sup> Dati Unione Nazionale dei Consumatori per il 2010

<sup>9</sup> Si ricorda che nel 2010 il valore della componente A3 varia da 1 a 2 c€/kWh a seconda della potenza impegnata e della fascia di consumi, ma che comunque essa viene addebitata a tutti i consumatori finali di energia elettrica. Per la famiglia media qui presa in considerazione la componente A3, nel 2010, ammonta a circa 1,3 c€/kWh.

<sup>10</sup> Questa cifra è destinata a diminuire se aumenta la domanda elettrica nel Paese.

<sup>11</sup> Questa percentuale ovviamente diminuisce se aumenta il costo della bolletta, ad esempio se aumentano i costi di approvvigionamento (costo di energia e dispacciamento) o gli altri oneri generali di sistema.

<sup>12</sup> Tale incremento della tariffa A3 verrà contabilizzato a fine del primo trimestre 2011.