
**Confronto tra piani economici relativi ad impianti
di produzione dell'energia elettrica da fonte
solare**

Analisi di fattibilità economica

In prima approssimazione, la valutazione di un piano economico si basa su:

- analisi tecnico-economica per ottenere il profitto calcolato mediante costi e ricavi; questi ultimi ottenibili considerando le varie forme d'incentivazione previste per impianti da fonte rinnovabile
- valutazione di indici di redditività economica degli investimenti, quali ad esempio il Valore Attuale Netto, il Pay-Back period, ecc...

Analisi dei costi

Analisi dei costi

I costi di un impianto si dividono in:

costi fissi e costi variabili

$$C_T = C_F + C_V$$

Analisi dei costi: costi fissi

I costi fissi sono quelli che non variano al variare della energia prodotta. Essi vengono sostenuti a prescindere degli effettivi quantitativi di energia prodotta

□ I costi fissi (C_F):

a) costi per la realizzazione dell'impianto:

- costi relativi alle opere civili (fabbricato della centrale,...)
- costi d'acquisto, trasporto ed installazione dei macchinari meccanici ed elettrici
- costi d'acquisto del terreno occupato dall'impianto
- oneri per lo studio delle caratteristiche del sito
- costi generali per la progettazione dell'impianto
- costi relativi alle autorizzazioni

Analisi dei costi: costi fissi

□ Ancora i costi fissi (C_F):

- b) costi di manutenzione non direttamente connessi all'utilizzazione dell'impianto, ossia alla quantità di energia prodotta
- c) costi di assicurazione
- d) imposte dirette o indirette
- e) costi generali di amministrazione
- f) costi di ammortamento
- g)

Analisi dei costi: costi variabili

I costi variabili sono quelli la cui grandezza varia al variare dell'energia prodotta.

□ Esempi di costi variabili (C_v):

- a) costi delle materie prime consumate nel corso del processo produttivo
- b) costi di manutenzione ordinaria dipendenti dalla quantità prodotta (ad es. costo dei materiali di consumo come i lubrificanti)

Analisi dei costi: costo totale specifico

Noti i costi fissi e quelli variabili, si può definire il **costo totale specifico** e cioè il costo totale rapportato alla potenza installata P :

$$C_{T,sp} = \frac{C_T}{P} = \frac{C_F}{P} + \frac{C_V}{P}$$

Dalla formula, il costo totale è pari alla somma di un costo fisso specifico e di un costo variabile medio. Si noti che negli impianti che si avvalgono di fonti rinnovabili il consumo di materie prime risulta NULLO, o comunque trascurabile, per cui il costo variabile medio risulta ridotto rispetto alla stessa aliquota relativa ad un impianto di produzione tradizionale

Analisi dei costi per Impianti fotovoltaici

Analisi dei costi di un impianto fotovoltaico

Costi di impianto

Costi di installazione:

- Fotovoltaico tradizionale 2500 €/kWp
- Fotovoltaico innovativo (film sottile) 3000 €/kWp
- Solare a concentrazione 4000 €/kWp

Costi di assicurazione, manutenzione ed esercizio:

2% del costo di installazione all'anno

Analisi dei ricavi

Analisi dei ricavi

I ricavi caratteristici di un impianto che produce energia elettrica da **fonte rinnovabile** possono essere suddivisi in:

- ricavi derivanti dalla **vendita** dell'energia elettrica
- ricavi ottenuti dalle varie **forme di incentivazione** di cui possono godere questo tipo di impianti

Analisi dei ricavi: ricavi da incentivi

Si diversificano in base al tipo di impianto da fonte rinnovabile che si considera:

□ Impianti eolici

- Certificati Verdi
- Tariffa fissa onnicomprensiva

□ Impianti fotovoltaici

- Contributi in conto capitale
- CONTO ENERGIA I, II, III, IV e V
- Detrazioni fiscali
- Titoli di Efficienza Energetica

Analisi dei ricavi per Impianti fotovoltaici

Analisi dei ricavi da vendita: impianti fotovoltaici

L'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici (PV) può essere:

1. totalmente venduta
2. in parte consumata ed in parte venduta
3. totalmente consumata

I ricavi saranno:

- Ricavi da vendita
- Ricavi da autoconsumo
- Ricavi da incentivi

Analisi dei ricavi da vendita: impianti fotovoltaici

L'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici (PV) può essere:

1. totalmente venduta
2. in parte consumata ed in parte venduta
3. totalmente consumata

Si possono stipulare due tipi di contratto:

- 1. Ritiro dedicato**
- 2. Scambio sul posto (è necessaria la presenza di un impianto utilizzatore)**

Analisi dei ricavi da vendita: impianti fotovoltaici

Ritiro dedicato

Il ritiro dedicato è una modalità semplificata per la vendita dell'energia elettrica immessa in rete, in alternativa ai contratti bilaterali o alla vendita diretta in borsa.

Consiste nella cessione dell'energia elettrica immessa in rete al Gestore dei Servizi Energetici - GSE S.p.A. (GSE), che provvede a remunerarla, corrispondendo al produttore un prezzo per ogni kWh ritirato.

È rivolto agli impianti:

- i. di potenza apparente nominale inferiore a 10 MVA alimentati da fonti rinnovabili, compresa la produzione imputabile delle centrali ibride
- ii. di **potenza qualsiasi** per impianti dalle seguenti fonti rinnovabili: eolica, **solare**, geotermica, del moto ondoso, idraulica (solo ad acqua fluente)
- iii. di potenza inferiore a 10 MVA alimentati da fonti non rinnovabili, compresa la produzione non imputabile delle centrali ibride
- iv. di potenza uguale o superiore a 10 MVA, alimentati da fonti rinnovabili diverse da quelle in ii), purché nella titolarità di un autoproduttore.

Analisi dei ricavi da vendita: impianti fotovoltaici

Ritiro dedicato

- a. L'energia elettrica immessa in rete dai produttori e ritirata dal Gestore dei Servizi Energetici con il meccanismo del **ritiro dedicato** **viene valorizzata dal GSE al "prezzo medio zonale orario"**, ovvero al prezzo medio mensile per fascia oraria - formatosi sul mercato elettrico - corrispondente alla zona di mercato in cui è connesso l'impianto

- b. **I produttori di piccola taglia con impianti di potenza nominale elettrica fino a 1 MW**, possono ricevere dal GSE i cosiddetti **"prezzi minimi garantiti"** per i primi 2 milioni di kWh annui immessi in rete, senza pregiudicare la possibilità di ricevere di più nel caso in cui la remunerazione a prezzi orari zonali dovesse risultare più vantaggiosa. I prezzi minimi garantiti sono aggiornati annualmente dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas (AEEG).

Analisi dei ricavi da vendita: ritiro dedicato caso a)

Il "prezzo medio zonale orario", ovvero al prezzo medio mensile per fascia oraria di vendita dell'energia per unità di energia prodotta

F1: ore di punta (peak)

Nei giorni dal lunedì al venerdì: dalle ore 8.00 alle ore 19.00

F2: ore intermedie (mid-level)

Nei giorni dal lunedì al venerdì: dalle ore 7.00 alle ore 8.00 e dalle ore 19.00 alle ore 23.00

Nei giorni di sabato: dalle ore 7.00 alle ore 23.00

F3: ore fuori punta (off-peak)

Nei giorni dal lunedì al sabato: dalle ore 00.00 alle ore 7.00 e dalle ore 23.00 alle ore 24.00

Nei giorni di domenica e festivi* Tutte le ore della giornata

* Si considerano festivi: 1 gennaio; 6 gennaio; lunedì di Pasqua; 25 Aprile; 1 maggio;

2 giugno; 15 agosto; 1 novembre; 8 dicembre; 25 dicembre; 26 dicembre

Analisi dei ricavi da vendita: ritiro dedicato caso a)

Il "prezzo medio zonale orario", ovvero al prezzo medio mensile per fascia oraria di vendita dell'energia per unità di energia prodotta

Esempio **febbraio 2015**: prezzo medio mensile zonale di vendita dell'energia per fasce orarie (fonte GME per zona centro-sud):

- ore di punta - F1: $P_m(F(1)) = 58.00 \text{ €/MWh}$
- ore di alto carico - F2: $P_m(F(2)) = 55.85 \text{ €/MWh}$
- ore di medio carico - F3: $P_m(F(3)) = 45.27 \text{ €/MWh}$

Fasce orarie

Le fasce orarie sono definite dalla deliberazione AEEG 181/06 in relazione agli orari giornalieri e giorni della settimana.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|------------------|----|---|---|---|---|---|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| lunedì-venerdì | F3 | | | | | | F2 | F1 | | | | | | | | | | F2 | F3 | | | | | |
| sabato | F3 | | | | | | F2 | | | | | | | | | | F3 | | | | | | | |
| domenica/festivi | F3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Analisi dei ricavi da vendita: ritiro dedicato caso a)

Si calcola anche in questo caso un coefficiente legato alla fasce orarie $\gamma(F(i))$ ma si considerano solo le ore diurne (8.00 - 21.00):

$$\gamma(F(i)) = \frac{\text{num. ore fascia}(i)}{\text{num. ore tot.}}$$

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|------------------|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| lunedì-venerdì | | | | F3 | | | | F2 | | | | | | F1 | | | | | | | | F2 | | F3 |
| sabato | | | | F3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | F3 |
| domenica/festivi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | F3 |

Num. ore diurne del mese di febbraio in F1: 4(set) × 5(gg) × 11(ore) = 220

Num. ore diurne del mese di febbraio in F2: 4(set) × 5(gg) × 2(ore) +
4(set) × 1(gg) × 13ore = 92

Num. ore diurne del mese di febbraio in F3: 4(set) × 6(gg) × 0(ore) +
4(set) × 1(gg) × 13ore = 52

Analisi dei ricavi da vendita: ritiro dedicato caso a)

Si calcola anche in questo caso un coefficiente legato alla fasce orarie $\gamma(F(i))$ ma si considerano solo le ore diurne (8.00 - 21.00):

Febbraio (220 ore in F1, 92 ore in F2 e 52 ore in F3)

$$\gamma(F(i)) = \frac{\text{num. ore fascia}(i)}{\text{num. ore tot.}}$$

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|------------------|----|---|----|---|----|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| lunedì-venerdì | F3 | | F2 | | F1 | | | | | | | | | | F2 | | F3 | | | | | | | |
| sabato | F3 | | F2 | | | | | | | | | | F3 | | | | | | | | | | | |
| domenica/festivi | F3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Il prezzo medio mensile di vendita dell'energia si calcola come la media ponderata dei prezzi medi di ogni fascia tariffaria, pesati con i relativi coefficienti $\gamma(F(i))$:

$$P_m = \sum_{i=1}^3 \gamma(F(i)) P_m(F(i)) \Rightarrow P_m = \left(\frac{220}{364} \cdot 58 + \frac{92}{364} \cdot 55.85 + \frac{52}{364} \cdot 45.27 \right) = 55.64$$

Dunque il prezzo medio zonale di febbraio $P_{EV_{feb}}$: 0.056€/kWh

Analisi dei ricavi da vendita: ritiro dedicato caso a)

In prima approssimazione applichiamo gli stessi coefficienti per tutti i mesi:

$$\gamma(F(1)) = 0.604 \quad - \quad \gamma(F(2)) = 0.253 \quad - \quad \gamma(F(3)) = 0.143$$

Il prezzo medio annuo di vendita dell'energia si calcola come la media ponderata dei prezzi medi di ogni fascia tariffaria di ogni mese, pesati con i relativi coefficienti $\gamma(F(i))$:

| | 2015 | | | | | | | | | 2014 | | |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | dic |
| F1 | € 57,11 | € 58,00 | € 46,79 | € 37,75 | € 44,75 | € 49,59 | € 64,76 | € 51,54 | € 51,26 | € 57,22 | € 57,36 | € 63,90 |
| F2 | € 52,66 | € 55,85 | € 39,00 | € 50,49 | € 40,91 | € 46,00 | € 57,02 | € 52,01 | € 47,72 | € 63,56 | € 59,43 | € 67,36 |
| F3 | € 41,86 | € 45,27 | € 33,50 | € 39,30 | € 32,12 | € 36,41 | € 49,89 | € 45,62 | € 40,13 | € 48,32 | € 40,68 | € 48,03 |

Si consideri però che per alcune categorie di impianti (compresi gli impianti fotovoltaici) sono assicurati i prezzi minimi garantiti

Analisi dei ricavi da vendita: ritiro dedicato caso b)

Per i primi 2 milioni di kWh annui immessi in rete

Prezzi minimi garantiti per l'anno 2015

| Fonte | Quantità di energia elettrica ritirata su base annua | Prezzo minimo garantito per il 2015 (formula riportata nella deliberazione 618/2013/R/efr) | Prezzo minimo garantito (valore vigente per l'anno 2015) |
|--|--|--|---|
| | | [€/MWh] | [€/MWh] |
| <i>Biogas da fermentatori anaerobici, biomasse solide e biomasse liquide</i> | fino a 2.000.000 kWh | $PMG_{2014} * (1 + FOI_{2014}/100)$ | 92,5 |
| <i>Biogas da discarica</i> | fino a 1.500.000 kWh | $PMG_{2014} * (1 + FOI_{2014}/100)$ | 49,0 |
| <i>Eolica</i> | fino a 1.500.000 kWh | $PMG_{2014} * (1 + FOI_{2014}/100)$ | 49,0 |
| <i>Solare fotovoltaico</i> | fino a 1.500.000 kWh | $PMG_{2014} * (1 + FOI_{2014}/100)$ | 39,0 |
| <i>Idrica</i> | fino a 250.000 kWh | $(PMG_{2014} - 25) * (1 + FOI_{2014}/100) + 25$ | 153,5 |
| | oltre 250.000 kWh e fino a 500.000 kWh | $(PMG_{2014} - 25) * (1 + FOI_{2014}/100) + 25$ | 105,6 |
| | oltre 500.000 kWh e fino a 1.000.000 kWh | $(PMG_{2014} - 25) * (1 + FOI_{2014}/100) + 25$ | 66,6 |
| | oltre 1.000.000 kWh e fino a 1.500.000 kWh | $(PMG_{2014} - 25) * (1 + FOI_{2014}/100) + 25$ | 57,7 |
| <i>Geotermica</i> | fino a 1.500.000 kWh | $PMG_{2014} * (1 + FOI_{2014}/100)$ | 51,3 |
| <i>Fonti diverse dalle altre</i> | fino a 1.500.000 kWh | $PMG_{2014} * (1 + FOI_{2014}/100)$ | 39,0 |

In questo caso $P_{EV\text{minimo}}$ sarebbe: 0.039€/kWh

Viene garantito il massimo tra la prezzo minimo e media zonale

Analisi dei ricavi da vendita: ritiro dedicato caso a)

In prima approssimazione applichiamo gli stessi coefficienti per tutti i mesi:

$$\gamma(F(1)) = 0.604 \quad - \quad \gamma(F(2)) = 0.253 \quad - \quad \gamma(F(3)) = 0.143$$

Il prezzo medio annuo di vendita dell'energia si calcola come la media ponderata dei prezzi medi di ogni fascia tariffaria di ogni mese, pesati con i relativi coefficienti $\gamma(F(i))$ tenendo anche conto dei prezzi minimi garantiti:

| | 2015 | | | | | | | | | | | | 2014 | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|--|--|
| | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | dic | | | |
| F1 | € 57,11 | € 58,00 | € 46,79 | € 37,75 | € 44,75 | € 49,59 | € 64,76 | € 51,54 | € 51,26 | € 57,22 | € 57,36 | € 63,90 | | | |
| F2 | € 52,66 | € 55,85 | € 39,00 | € 50,49 | € 40,91 | € 46,00 | € 57,02 | € 52,01 | € 47,72 | € 63,56 | € 59,43 | € 67,36 | | | |
| F3 | € 41,86 | € 45,27 | € 33,50 | € 39,30 | € 32,12 | € 36,41 | € 49,89 | € 45,62 | € 40,13 | € 48,32 | € 40,68 | € 48,03 | | | |
| | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | dic | | | |
| F1 | € 57,11 | € 58,00 | € 46,79 | € 39,00 | € 44,75 | € 49,59 | € 64,76 | € 51,54 | € 51,26 | € 57,22 | € 57,36 | € 63,90 | | | |
| F2 | € 52,66 | € 55,85 | € 39,00 | € 50,49 | € 40,91 | € 46,00 | € 57,02 | € 52,01 | € 47,72 | € 63,56 | € 59,43 | € 67,36 | | | |
| F3 | € 41,86 | € 45,27 | € 39,00 | € 39,30 | € 39,00 | € 39,00 | € 49,89 | € 45,62 | € 40,13 | € 48,32 | € 40,68 | € 48,03 | | | |
| prezzi medi mensili: media pesata approssimata con i coefficienti sulle ore (vale solo per il solare) | | | | | | | | | | | | | | | |
| coef | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | dic | | | |
| 0,604 | € 53,80 | € 55,64 | € 43,71 | € 41,95 | € 42,96 | € 47,17 | € 60,68 | € 50,81 | € 48,77 | € 57,55 | € 55,50 | € 62,51 | | | |
| 0,253 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,143 | | | | | | | | | | | | | | | |

Dunque il prezzo medio annuo finale P_{EV1} : 0.052€/kWh

Analisi dei ricavi da vendita: ritiro dedicato

Compatibilità con incentivi:

- Il Ritiro dedicato dell'energia è un meccanismo **non cumulabile con lo scambio sul posto** e con la Tariffa omnicomprensiva
- Il Ritiro dedicato dell'energia è un meccanismo **non cumulabile con** le incentivazione previste dai Decreti Interministeriali del 5 luglio 2012 (**V Conto Energia**) e del 6 luglio 2012 (incentivi per fonti rinnovabili diverse dal fotovoltaico)
- Il Ritiro dedicato dell'energia è un meccanismo **cumulabile con i TEE**

Analisi dei ricavi: scambio sul posto

Scambio sul posto

Lo scambio sul posto è una particolare modalità di valorizzazione dell'energia elettrica che consente, al Produttore, di realizzare una specifica forma di autoconsumo **immettendo in rete l'energia elettrica prodotta ma non direttamente autoconsumata**, per poi prelevarla in un momento differente da quello in cui avviene la produzione.

- Lo scambio sul posto consente al Produttore di ottenere una **compensazione tra il valore economico associabile all'energia elettrica prodotta e immessa in rete e il valore economico associato all'energia elettrica prelevata e consumata** in un periodo differente da quello in cui avviene la produzione
- **Compatibilità: lo scambio sul posto non è compatibile con il Ritiro dedicato dell'energia e con la Tariffa omnicomprensiva.**

Analisi dei ricavi da autoconsumo

Autoconsumo

Nelle ore in cui l'energia viene consumata dallo stesso produttore (AUTOCONSUMO) il ricavo è legato al mancato acquisto dell'energia dalla rete interconnessa

Il **costo evitato** si può calcolare facilmente utilizzando la propria bolletta e mediando i costi nelle varie fasce.

Tenendo conto di un utenza media e di tutte le tariffe di trasporto, misura, tasse ecc..., si ottiene ad esempio:

$$C_{EA1} : 0.18\text{€}/\text{kWh}$$

Analisi dei ricavi da incentivi

□ Impianti fotovoltaici

- Certificati Verdi (fino al 31/12/2007)
- Contributi in conto capitale
- **CONTO ENERGIA I, II, III, IV e V**
- **Detrazioni fiscali**
- **Titoli di Efficienza Energetica**

CONTO ENERGIA

Il Primo CONTO ENERGIA è stato introdotto il 6 febbraio 2006

Nel Decreto:

- ◆ sono fissate le tipologie di impianti e le tariffe di vendita dell'energia per i primi 20 anni di esercizio
- ◆ si aggiorna l'obiettivo nazionale di potenza nominale fotovoltaica cumulata da installare

CONTO ENERGIA

Il secondo CONTO ENERGIA è stato introdotto nel Decreto del 19 febbraio 2007 del Ministro dello Sviluppo Economico

Nel Decreto:

- ◆ sono fissate le tipologie di impianti e le «NUOVE» tariffe di vendita dell'energia per i primi 20 anni di esercizio
- ◆ si aggiorna l'obiettivo nazionale di potenza nominale fotovoltaica cumulata da installare entro il 2016: 3000 MW

È l'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas che stabilisce le modalità, i tempi e le condizioni per l'erogazione delle tariffe incentivanti, in attuazione al suddetto decreto, mediante la Delibera n. 90/07 del mese di Aprile 2007

CONTO ENERGIA

Il terzo CONTO ENERGIA è stato introdotto nel DM 6/8/2010

Nel Decreto è definito che possono usufruire degli incentivi tutti gli impianti che entrano in esercizio dopo il 31/12/2010 a seguito di interventi di nuova costruzione, rifacimento totale o potenziamento, appartenenti a quattro specifiche categorie:

- ❑ gli impianti fotovoltaici ("su edifici" o "altri impianti")
- ❑ gli impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative
- ❑ gli impianti fotovoltaici a concentrazione
- ❑ gli impianti fotovoltaici con innovazione tecnologica

CONTO ENERGIA

Il terzo CONTO ENERGIA è stato introdotto nel DM 6/8/2010

Per ogni categoria è stato definito un limite di potenza incentivabile:

- ❑ 3000 MW per gli impianti fotovoltaici;
- ❑ 300 MW per gli impianti fotovoltaici integrati architettonicamente con caratteristiche innovative;
- ❑ 200 MW per gli impianti fotovoltaici a concentrazione

Gli incentivi per la produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici valgono a partire dalla data di entrata in esercizio per un **periodo di 20 anni**, la tariffa è costante in moneta corrente per tutto il periodo di incentivazione.

CONTO ENERGIA

Il quarto CONTO ENERGIA essenzialmente modifica solo le tariffe incentivanti per le varie tipologie di impianti

Il quinto CONTO ENERGIA è stato introdotto nel DM 5/7/2012 ed **introduce novità significative**

La tariffa incentivante viene garantita, costante in moneta, per un periodo di 20 anni.

L'incentivo spettante, sarà erogato in due quote:

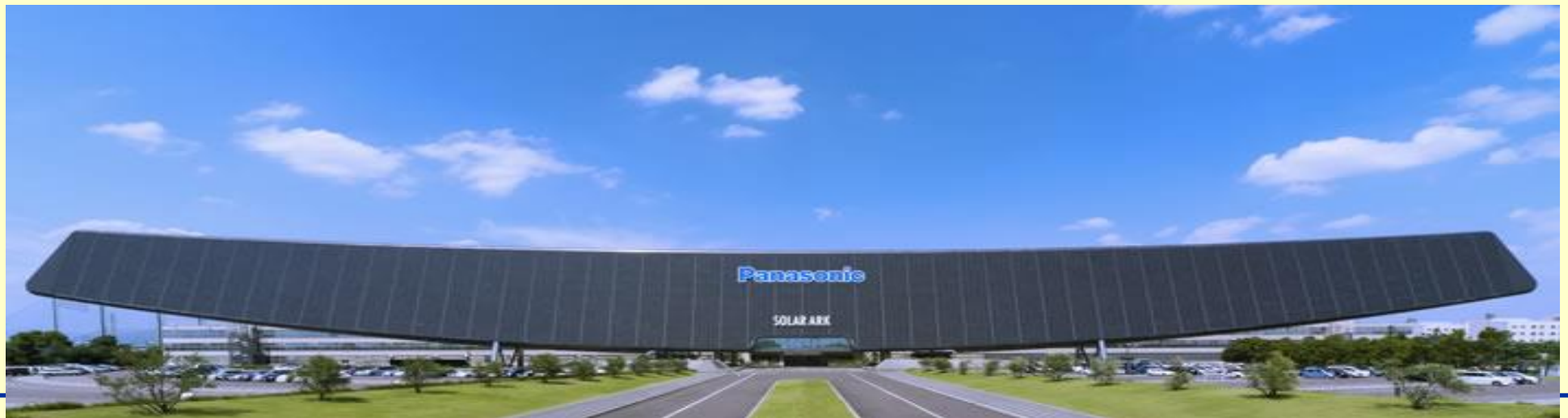
- **La tariffa omnicomprensiva, in riferimento alla quota di produzione netta immessa in rete**
- **La tariffa premio, in riferimento alla quota della produzione netta consumata**

I valori delle tariffe (decrescenti per semestre di applicazione), sono definite per 5 semestri, con riduzioni del 15% per i semestri successivi.

CONTO ENERGIA V edizione

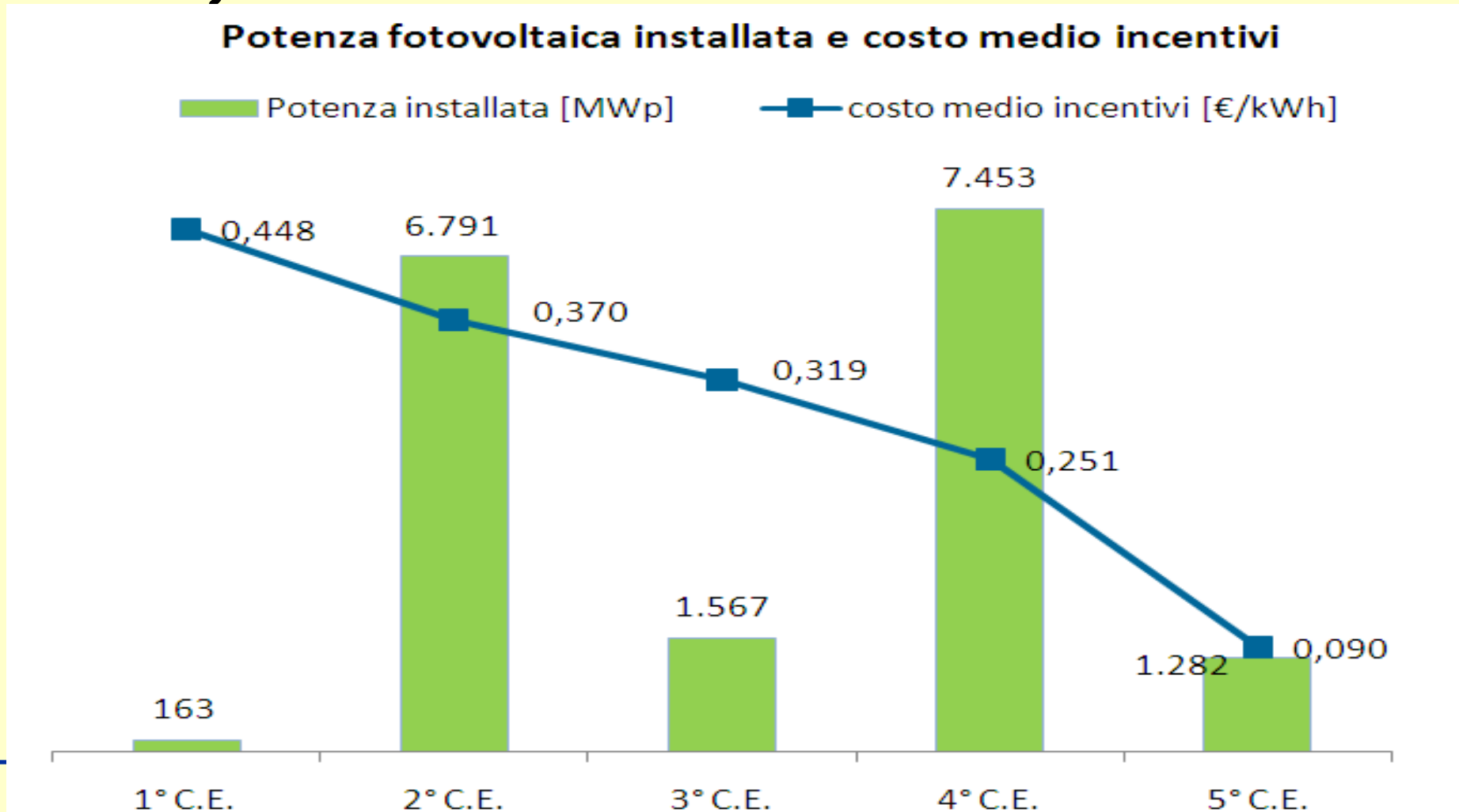
Impianti realizzati su edifici ed altri impianti fotovoltaici

| Impianti su edifici | | Altri Impianti | | Intervallo di Potenza [kW] |
|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Tariffa omnicomprensiva [€/kWh] | Tariffa autoconsumo [€/kWh] | Tariffa omnicomprensiva [€/kWh] | Tariffa autoconsumo [€/kWh] | |
| 0,208 | 0,126 | 0,201 | 0,119 | $1 \leq P \leq 3$ |
| 0,196 | 0,114 | 0,189 | 0,107 | $3 \leq P \leq 20$ |
| 0,175 | 0,093 | 0,168 | 0,086 | $20 \leq P \leq 200$ |
| 0,142 | 0,060 | 0,135 | 0,053 | $200 \leq P \leq 1000$ |
| 0,126 | 0,044 | 0,120 | 0,038 | $1000 \leq P \leq 5000$ |
| 0,119 | 0,037 | 0,113 | 0,031 | $P \geq 5000$ |



CONTO ENERGIA

Potenza installata e costo incentivi dal I al V Conto Energia (2005-2013)



INCENTIVI per gli Impianti FOTOVOLTAICI

1. Il tetto di spesa per il V Conto energia è stato raggiunto
2. Per impianti di potenza minore o uguale a 6 kW è possibile usufruire
 - della detrazione fiscale del 50% (fino al 31/12/2014) o del 36% (dopo il 31/12/2014) per i lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria. La quota in detrazione è restituita dallo stato in 10 anni consecutivi
 - Cumulabile con lo scambio sul posto
3. Per impianti di potenza di picco minore di 20 kW è possibile usufruire dei titoli di Efficienza Energetica

Note: La detrazione fiscale può essere utilizzata solo dai soggetti che fanno dichiarazione dei redditi. Le somme annuali non possono contribuire ad un credito di imposta

Applicazioni numeriche
Piani di fattibilità economica per
Impianti fotovoltaici

Fattibilità economica di un impianto fotovoltaico

La realizzazione di un piano di fattibilità economica per la valutazione dell'investimento per l'installazione di un impianto fotovoltaico si basa su

- ◆ Analisi dei costi
- ◆ Analisi dei ricavi
- ◆ Valutazione degli indici di redditività

Valutazione economica: impianto fotovoltaico

COSTI FISSI:

- ◆ In seguito si considerano i seguenti costi d'installazione di un impianto fotovoltaico riferito all'unità di potenza
 - $C_i = 2000 \text{ €/kW}$ per piccoli impianti (fino a 10kW)
 - $C_i = 1800 \text{ €/kW}$ per taglie maggiori (dai 10kW)
- ◆ costi di manutenzione ed esercizio pari al 2 % dei costi di installazione

COSTI VARIABILI:

- ◆ per semplicità si ipotizza che tali costi siano trascurabili

Calcolo del profitto: costi

I costi, come detto, riguardano i costi di installazione e di manutenzione ed esercizio e sono relativi all'anno considerato:

- ◆ I Costi per $n = 0$ sono pari al costo di C_i installazione al kWp

$$C(0) = C_i * P_i$$

- ◆ Costi per $n > 0$:

ΔEA è la variazione percentuale annua del costo di manutenzione

$$C(n) = C_m \left(1 + \frac{\Delta EA}{100} \right)^n / FA(n)$$

Il fattore di attualizzazione che tiene conto del costo medio del capitale $T_i =$ tasso interesse - tasso inflazione

$$FA(n) = \left(1 + \frac{T_i}{100} \right)^n$$

Fattibilità economica di un impianto fotovoltaico

La realizzazione di un piano di fattibilità economica per la valutazione dell'investimento per l'installazione di un impianto fotovoltaico si basa su

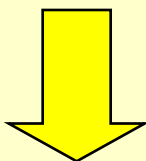
- ◆ Analisi dei costi
- ◆ Analisi dei ricavi
- ◆ Valutazione degli indici di redditività

Analisi dei ricavi di un impianto fotovoltaico

L'energia annua prodotta si calcola a partire dal
Numero di ore di Utilizzazione

Per un impianto da fonte solare, se si conosce la radiazione media annua per unità di superficie di un certo sito (ad esempio 1300 kWh/m²), si può calcolare il numero di ore N nel modo seguente:

$$N = (1300 \text{ kWh/m}^2) / (1 \text{ kWh/m}^2) = 1300 \text{ ore}$$



**Atlante italiano della
radiazione solare**

Sito: www.solaritaly.enea.it

<http://www.solaritaly.enea.it/CalcRggmmOrizz/Calcola1.php>

Analisi dei ricavi: V conto energia

I ricavi si calcolano dalla conoscenza dei prezzi di vendita dell'energia e delle tariffe Omnicomprensiva (T_{OC}) e di autoconsumo (T_{AC}) al momento della entrata in esercizio dell'impianto:

- se $n \in [0 \ 19]$ anni

$$R(n) = \left\{ T_{OC} \cdot \left(\frac{FI}{100} NP_i \right) + [T_{AC} + C_{EA}(n)] \cdot \left(\frac{FAC}{100} NP_i \right) \right\} / FA(n)$$

dove:

- ◆ FI percentuale di energia immessa in rete
- ◆ FAC percentuale di energia autoconsumata
- ◆ C_{EA} è il costo evitato dell'energia autoconsumata con C_{EAI} costo dell'energia acquistata il primo anno e ΔEA variazione percentuale annua del prezzo di acquisto dell'energia
- ◆ fattore di attualizzazione che tiene conto del costo medio capitale $T_i = \text{tasso interesse} - \text{tasso inflazione}$

$$C_{EA}(n) = C_{EAI} \left(1 + \frac{\Delta EA}{100} \right)^n$$

$$FA(n) = \left(1 + \frac{T_i}{100} \right)^n$$

Analisi dei ricavi: V conto energia

I ricavi si calcolano dalla conoscenza dei prezzi di vendita dell'energia e delle tariffe Omnicomprensiva (TOC) e di autoconsumo (TAC) al momento della entrata in esercizio dell'impianto:

- se $n \in [0 \ 19]$ anni
$$R(n) = \left\{ T_{OC} \cdot \left(\frac{FI}{100} NP_i \right) + [T_{AC} + C_{EA}(n)] \cdot \left(\frac{FAC}{100} NP_i \right) \right\} / FA(n)$$

- se $n \in [20 \ 29]$ anni
$$R(n) = \left[P_{EV}(n) \left(\frac{FI}{100} NP_i \right) + C_{EA}(n) \left(\frac{FAC}{100} NP_i \right) \right] / FA(n)$$

dove:

♦ $P_{EV}(n)$ è il prezzo dell'energia venduta con P_{EV1} prezzo dell'energia venduta il primo anno e ΔEV variazione percentuale annua del prezzo di vendita dell'energia

$$P_{EV}(n) = P_{EV1} \left(1 + \frac{\Delta EV}{100} \right)^n$$

♦ Come prima:

$$C_{EA}(n) = C_{EA1} \left(1 + \frac{\Delta EA}{100} \right)^n$$

$$FA(n) = \left(1 + \frac{T_i}{100} \right)^n$$

Analisi dei ricavi: detrazioni fiscali

I ricavi si calcolano dalla conoscenza dei prezzi di vendita dell'energia e dal costo evitato:

- se $n \in [1 \ 10]$ anni

$$R(n) = \left\{ \frac{0.5 \cdot C(0)}{10} + P_{EV}(n) \cdot \left(\frac{FI}{100} NP_i \right) + C_{EA}(n) \cdot \left(\frac{FAC}{100} NP_i \right) \right\} / FA(n)$$

- se $n=0$ e $n \in [11 \ 29]$ anni

$$R(n) = \left[P_{EV}(n) \left(\frac{FI}{100} NP_i \right) + C_{EA}(n) \left(\frac{FAC}{100} NP_i \right) \right] / FA(n)$$

$$C_{EA}(n) = C_{EA1} \left(1 + \frac{\Delta EA}{100} \right)^n$$

$$P_{EV}(n) = P_{EV1} \left(1 + \frac{\Delta EV}{100} \right)^n$$

$$FA(n) = \left(1 + \frac{T_i}{100} \right)^n$$

Analisi dei ricavi: titoli di efficienza energetica

Scheda tecnica n. 7T – Impiego di impianti fotovoltaici di potenza elettrica inferiore a 20 kW

1. ELEMENTI PRINCIPALI

1.1 Descrizione dell'intervento

| | |
|--|--|
| Categoria di intervento ¹ : | CIV-GEN) piccoli sistemi di generazione elettrica ² e cogenerazione |
| Vita Utile ² : | U = 5 anni |
| Vita Tecnica ² : | T = 20 anni |
| Settore di intervento: | -- |
| Tipo di utilizzo: | -- |

Condizioni di applicabilità della procedura:

Gli impianti oggetto di intervento non accedono ai benefici previsti dal regime del c.d. Conto Energia (ai sensi dei decreti ministeriali DM 8/7/2005, DM 19/2/2007, DM 6/8/2010, DM 5/5/2011 e s.m.i.).

Analisi dei ricavi: titoli di efficienza energetica

1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

| | |
|--|--|
| Metodo di valutazione ³ : | Valutazione Standardizzata |
| Unità fisica di riferimento (UFR) ² : | impianto fotovoltaico di potenza elettrica < 20 kW |

Risparmio Specifico Lordo (RSL) di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento:

$$\text{RSL} = kW_p \cdot h_{eq} \cdot k_1 \cdot 0,187 \quad [10^{-3} \text{ tep/UFR/anno}]$$

dove:

kW_p è la potenza di picco dell'impianto [kW]

h_{eq} è il numero di ore annue equivalenti, ricavabile dalla Tabella 1 riportata di seguito [h/anno];

k_1 è un coefficiente adimensionale che varia in funzione dell'inclinazione β dei moduli fotovoltaici rispetto all'orizzontale. ($k_1 = 0,70$ se β è maggiore di 70° , negli altri casi $k_1 = 1$). [-]

Tabella 1 - Determinazione del coefficiente h_{eq} :

| Fascia solare | Province | h_{eq} [h/anno] |
|---------------|---|-------------------|
| 1 | Alessandria, Aosta, Arezzo, Asti, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Como, Cuneo, Gorizia, Lecco, Lodi, Mantova, Milano, Novara, Padova, Pavia, Pistoia, Pordenone, Prato, Torino, Trieste, Udine, Varese, Verbania, Vercelli, Verona, Vicenza | 1282 |
| 2 | Ancona, Aquila, Ascoli, Bologna, Brescia, Cremona, Ferrara, Firenze, Forlì, Genova, Isernia, La Spezia, Lucca, Massa C., Modena, Parma, Perugia, Pesaro, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rieti, Rimini, Rovigo, Salerno, Savona, Siena, Sondrio, Teramo, Terni, Trento, Treviso, Venezia, Viterbo | 1424 |
| 3 | Avellino, Benevento, Cagliari, Campobasso, Chieti, Foggia, Frosinone, Grosseto, Imperia, Livorno, Macerata, Matera, Pescara, Pisa, Potenza, Roma | 1567 |
| 4 | Bari, Brindisi, Caserta, Catanzaro, Crotone, Latina, Lecce, Messina, Napoli, Nuoro, Oristano, Reggio Calabria, Sassari, Taranto, Vibo Valenzia | 1709 |
| 5 | Agrigento, Caltanissetta, Catania, Cosenza, Enna, Palermo, Ragusa, Siracusa, Trapani | 1852 |



Analisi dei ricavi: titoli di efficienza energetica

1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

| | |
|---|--|
| Metodo di valutazione ³ : | Valutazione Standardizzata |
| Unità fisica di riferimento (UFR) ² : | impianto fotovoltaico di potenza elettrica < 20 kW |
| Risparmio Specifico Lordo (RSL) di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento: | |
| $RSL = kW_p \cdot h_{eq} \cdot k_1 \cdot 0,187 \quad [10^{-3} \text{ tep/UFR/anno}]$ | |
| dove: | |
| kW _p è la potenza di picco dell'impianto [kW] | |
| h _{eq} è il numero di ore annue equivalenti, ricavabile dalla Tabella 1 riportata di seguito [h/anno]; | |
| k ₁ è un coefficiente adimensionale che varia in funzione dell'inclinazione β dei moduli fotovoltaici rispetto all'orizzontale. (k ₁ = 0,70 se β è maggiore di 70°, negli altri casi k ₁ = 1). [-] | |

| | |
|--|--|
| Coefficiente di addizionalità ² : | a = 100 % |
| Coefficiente di durabilità ² : | τ = 3,36 |
| Quote annue dei risparmi di energia primaria [tep/a] ² : | |
| Risparmio netto contestuale (RNc) | $RNc = a \cdot RSL \cdot N_{UFR}$ |
| Risparmio netto anticipato (RNa) | $RNa = (\tau - 1) \cdot RNc$ |
| Risparmio netto integrale (RNI) | $RNI = RNc + RNa = \tau \cdot a \cdot RSL \cdot N_{UFR}$ |
| Tipo di Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento ⁴ : | Tipo I |

Analisi dei ricavi: titoli di efficienza energetica

Esempio: impianto installato a Napoli

$$RSL = kW_p \cdot h_{eq} \cdot k_1 \cdot 0,187 \quad [10^{-3} \text{ tep/UFR/anno}]$$

$$RSL = P_{kWp} \cdot 1709 \cdot 1 \cdot 0.187 \cdot 10^{-3}$$

$$N_{TEE} = \tau \cdot a \cdot N_{UFR} \cdot RSL = 3.36 \cdot N_{UFR} \cdot RSL$$

| | |
|--|--|
| Coefficiente di addizionalità ² : | $a = 100 \%$ |
| Coefficiente di durabilità ² : | $\tau = 3,36$ |
| Quote annue dei risparmi di energia primaria [tep/a] ² : | |
| Risparmio netto contestuale (RNc) | $RNc = a \cdot RSL \cdot N_{UFR}$ |
| Risparmio netto anticipato (RNa) | $RNa = (\tau - 1) \cdot RNc$ |
| Risparmio netto integrale (RNI) | $RNI = RNc + RNa = \tau \cdot a \cdot RSL \cdot N_{UFR}$ |
| Tipo di Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento ⁴ : | Tipo I |

Analisi dei ricavi: titoli di efficienza energetica

I ricavi si calcolano dalla conoscenza dei prezzi di vendita dell'energia e dal costo evitato:

- se $n \in [1 \ 5]$ anni

$$R(n) = \left\{ N_{TEE} \cdot P_{TEE}(n) + P_{EV}(n) \cdot \left(\frac{FI}{100} NP_i \right) + C_{EA}(n) \cdot \left(\frac{FAC}{100} NP_i \right) \right\} / FA(n)$$

- se $n=0$ e $n \in [6 \ 29]$ anni

$$R(n) = \left[P_{EV}(n) \left(\frac{FI}{100} NP_i \right) + C_{EA}(n) \left(\frac{FAC}{100} NP_i \right) \right] / FA(n)$$

$$P_{TEE}(n) = P_{TEE1} \left(1 + \frac{\Delta P_{TEE}}{100} \right)^n$$

$$C_{EA}(n) = C_{EA1} \left(1 + \frac{\Delta EA}{100} \right)^n$$

$$P_{EV}(n) = P_{EV1} \left(1 + \frac{\Delta EV}{100} \right)^n$$

$$FA(n) = \left(1 + \frac{T_i}{100} \right)^n$$

Fattibilità economica di un impianto fotovoltaico

La realizzazione di un piano di fattibilità economica per la valutazione dell'investimento per l'installazione di un impianto fotovoltaico si basa su

- ◆ Analisi dei costi
- ◆ Analisi dei ricavi
- ◆ Valutazione degli indici di redditività

Valutazione economica: alcuni indici

Indici da calcolare:

- ◆ Profitto annuale:

$$\text{Profitto}(n) = \text{Ricavi}(n) - \text{Costi}(n)$$

- ◆ Flusso di cassa netto cumulato attualizzato:

somma cumulata del Profitto(n) attualizzata

- ◆ Payback period:

partendo dall'anno zero in cui si installa l'impianto è il primo anno tale che il flusso di cassa netto è positivo

- ◆ VAN (Valore Attualizzato Netto):

flusso di cassa netto attualizzato nell'ultimo anno d'analisi

Valutazione economica: alcuni indici

Indici per la valutazione di un piano di investimento:

- ◆ Pay-Back period:

permette di valutare il grado di rischio di un investimento valutando unicamente i tempi in cui gli incassi reintegrano il capitale

- ◆ Valore Attuale Netto (VAN):

introduce il valore del denaro in maniera da poter attualizzare i redditi futuri derivanti dall'investimento; in questo modo tale indice fornisce anche una misura dell'entità del rischio

**Esempi di valutazione economica per la
realizzazione di impianti fotovoltaici con
V conto energia**

Calcolo degli indici economici: caso studio 1

Riepilogo dei dati di ingresso per il piano economico:

Impianto su edificio

- ♦ potenza installata - $P_i=0.1\text{MW}$
- ♦ Irradiazione media annua del sito $1550 \text{ kWh/m}^2 \longrightarrow N = 1550$
- ♦ Tasso attualizzazione = 2.0%

Costi: costo di installazione $C_i=1800 \text{ €/kW}$, manutenzione 2% annuo

Ricavi: $FAC=100\%$ $FI=0$

- ♦ $T_{OC}=0.175\text{€/kWh}$ $T_{AC}=0.093\text{€/kWh}$
- ♦ $P_{EV1}=0.052 \text{ €/kWh}$ con incremento ΔEV dell'1% annuo
- ♦ $C_{EA1}=0.18 \text{ €/kWh}$ con incremento ΔEA dell'1% annuo

Calcolo del profitto: costi

I costi, come detto, riguardano i costi di installazione e di manutenzione ed esercizio e sono relativi all'anno considerato:

- ◆ I Costi per $n = 0$ sono pari al costo di C_i installazione al kWp

$$C(0) = 1800 * 100$$

- ◆ Costi per $n > 0$: manutenzione 2% annuo con incremento ΔEA dell'1% annuo e $Ti=2\%$

$$C(n) = \left(\frac{2}{100} \cdot C(0) \right) \left(1 + \frac{1}{100} \right)^n / FA(n)$$

$$FA(n) = \left(1 + \frac{2}{100} \right)^n$$

Analisi dei ricavi con V Conto Energia

I ricavi si calcolano dalla conoscenza dei prezzi di vendita dell'energia e delle tariffe Omnicomprensiva (TOC) e di autoconsumo (TAC) al momento della entrata in esercizio dell'impianto:

- se $n \in [0 \ 19]$ anni

$$R(n) = \left\{ T_{OC} \cdot \left(\frac{FI}{100} NP_i \right) + [T_{AC} + C_{EA}(n)] \cdot \left(\frac{FAC}{100} NP_i \right) \right\} / FA(n)$$

Nel caso specifico sapendo che $NP_i=150000$ abbiamo:

$$R(n) = \left\{ 0.175 \cdot \left(\frac{0}{100} NP_i \right) + [0.093 + C_{EA}(n)] \cdot \left(\frac{100}{100} NP_i \right) \right\} / FA(n)$$

$$C_{EA}(n) = C_{EA1} \left(1 + \frac{\Delta EA}{100} \right)^n = 0.18 \left(1 + \frac{1}{100} \right)^n$$

$$FA(n) = \left(1 + \frac{2}{100} \right)^n$$

Analisi dei ricavi con V Conto Energia

I ricavi si calcolano dalla conoscenza dei prezzi di vendita dell'energia e delle tariffe Omnicomprensiva (TOC) e di autoconsumo (TAC) al momento della entrata in esercizio dell'impianto:

- se $n \in (19 \text{ } 29]$ anni
$$R(n) = \left[P_{EV}(n) \left(\frac{FI}{100} NP_i \right) + C_{EA}(n) \left(\frac{FAC}{100} NP_i \right) \right] / FA(n)$$

Nel caso specifico sapendo che $NP_i=150000$ abbiamo:

$$R(n) = \left[P_{EV}(n) \left(\frac{0}{100} NP_i \right) + C_{EA}(n) \left(\frac{100}{100} NP_i \right) \right] / FA(n)$$

$$P_{EV}(n) = P_{EV1} \left(1 + \frac{\Delta EV}{100} \right)^n = 0.052 \left(1 + \frac{1}{100} \right)^n$$

$$C_{EA}(n) = 0.18 \left(1 + \frac{1}{100} \right)^n$$

$$FA(n) = \left(1 + \frac{2}{100} \right)^n$$

Esempio

Applicando le relazioni precedenti si calcolano la prima e la seconda colonna della seguente matrice

PayBack →

Caso studio con $FAC=100\%$ $FI=0$

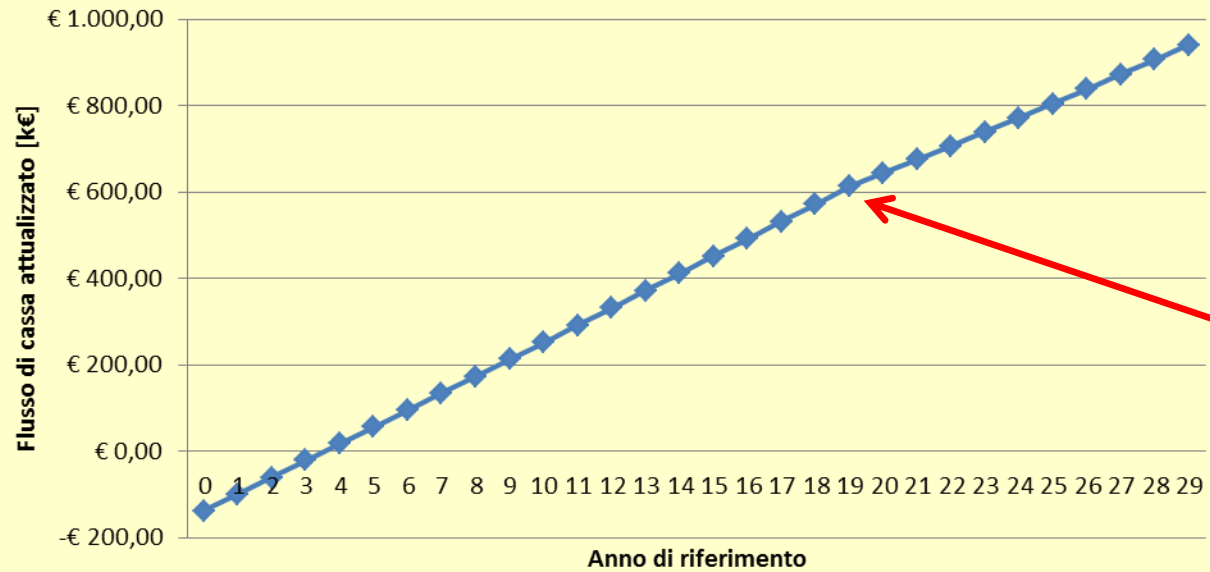
| Anno | Costi [k€] | Ricavi [k€] | Profitto [k€] | Flusso di cassa [k€] |
|------|------------|-------------|---------------|----------------------|
| 0 | € 180,00 | € 42,32 | -€ 137,69 | -€ 137,69 |
| 1 | € 3,56 | € 42,31 | € 38,75 | -€ 98,94 |
| 2 | € 3,53 | € 42,32 | € 38,79 | -€ 60,15 |
| 3 | € 3,50 | € 42,33 | € 38,83 | -€ 21,32 |
| 4 | € 3,46 | € 42,35 | € 38,89 | € 17,57 |
| 5 | € 3,43 | € 42,38 | € 38,95 | € 56,52 |
| 6 | € 3,39 | € 42,42 | € 39,02 | € 95,55 |
| 7 | € 3,36 | € 42,46 | € 39,10 | € 134,65 |
| 8 | € 3,33 | € 42,51 | € 39,19 | € 173,84 |
| 9 | € 3,29 | € 42,58 | € 39,28 | € 213,12 |
| 10 | € 3,26 | € 42,64 | € 39,38 | € 252,50 |
| 11 | € 3,23 | € 42,72 | € 39,49 | € 291,99 |
| 12 | € 3,20 | € 42,80 | € 39,61 | € 331,60 |
| 13 | € 3,17 | € 42,90 | € 39,73 | € 371,32 |
| 14 | € 3,14 | € 43,00 | € 39,86 | € 411,18 |
| 15 | € 3,11 | € 43,10 | € 40,00 | € 451,18 |
| 16 | € 3,07 | € 43,22 | € 40,14 | € 491,32 |
| 17 | € 3,04 | € 43,34 | € 40,29 | € 531,61 |
| 18 | € 3,01 | € 43,47 | € 40,45 | € 572,06 |
| 19 | € 2,99 | € 43,60 | € 40,62 | € 612,68 |
| 20 | € 2,96 | € 34,04 | € 31,09 | € 643,76 |
| 21 | € 2,93 | € 34,38 | € 31,46 | € 675,22 |
| 22 | € 2,90 | € 34,73 | € 31,83 | € 707,05 |
| 23 | € 2,87 | € 35,07 | € 32,20 | € 739,26 |
| 24 | € 2,84 | € 35,43 | € 32,58 | € 771,84 |
| 25 | € 2,81 | € 35,78 | € 32,97 | € 804,80 |
| 26 | € 2,79 | € 36,14 | € 33,35 | € 838,16 |
| 27 | € 2,76 | € 36,50 | € 33,74 | € 871,90 |
| 28 | € 2,73 | € 36,86 | € 34,13 | € 906,03 |
| 29 | € 2,71 | € 37,23 | € 34,53 | € 940,56 |

→ VAN

Esempio

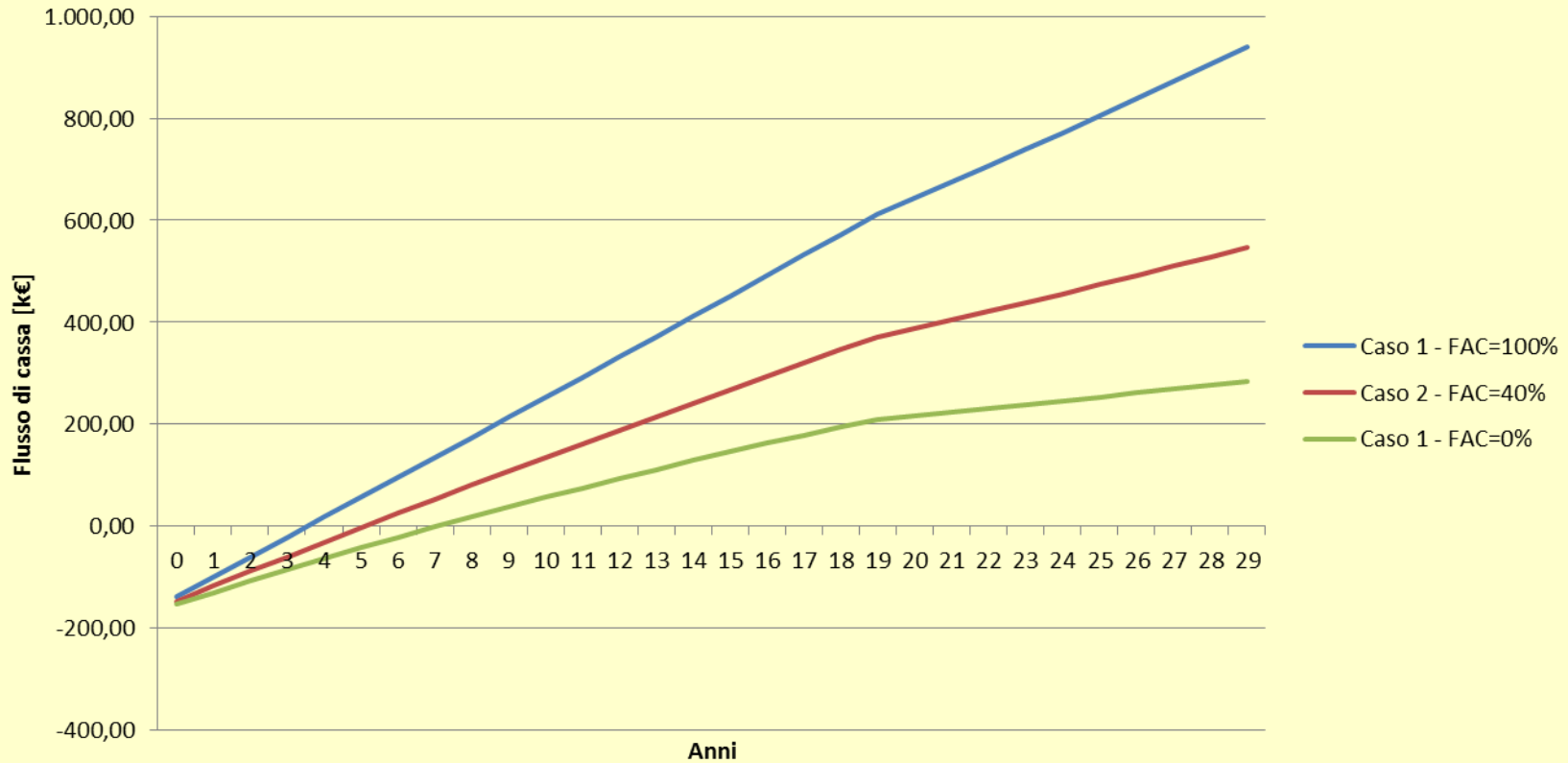
Andamento del flusso di cassa

Caso studio con $FAC=100\%$ $FI=0$



Esempio

Confronto



**Esempi di valutazione economica per la
realizzazione di impianti fotovoltaici con
Detrazioni**

Calcolo degli indici economici: Detrazioni caso studio 1

Riepilogo dei dati di ingresso per il piano economico:

Impianto su edificio

- ♦ potenza installata - $P_i=6\text{kW}$
- ♦ Irradiazione media annua del sito $1550 \text{ kWh/m}^2 \longrightarrow N = 1550$
- ♦ Tasso di attualizzazione = 2.0%

Costi: costo di installazione $C_i=2000 \text{ €/kW}$, manutenzione 2% annuo

Ricavi: $FAC=100\%$ $FI=0\%$

- ♦ $P_{EV1}=0.052 \text{ €/kWh}$ con incremento ΔEV dell'1% annuo
- ♦ $C_{EA1}=0.18 \text{ €/kWh}$ con incremento ΔEA dell'1% annuo

Analisi dei ricavi: detrazioni fiscali

I ricavi si calcolano dalla conoscenza dei prezzi di vendita dell'energia e dal costo evitato:

- se $n \in [1 \ 10]$ anni

$$R(n) = \left\{ \frac{0.5 \cdot C(0)}{10} + P_{EV}(n) \cdot \left(\frac{FI}{100} NP_i \right) + C_{EA}(n) \cdot \left(\frac{FAC}{100} NP_i \right) \right\} / FA(n)$$

- se $n=0$ e $n \in [11 \ 29]$ anni

$$R(n) = \left[P_{EV}(n) \left(\frac{FI}{100} NP_i \right) + C_{EA}(n) \left(\frac{FAC}{100} NP_i \right) \right] / FA(n)$$

$$C_{EA}(n) = C_{EA1} \left(1 + \frac{\Delta EA}{100} \right)^n$$

$$P_{EV}(n) = P_{EV1} \left(1 + \frac{\Delta EV}{100} \right)^n$$

$$FA(n) = \left(1 + \frac{T_i}{100} \right)^n$$

Applicando le relazioni precedenti si calcolano la prima e la seconda colonna della seguente matrice

PayBack

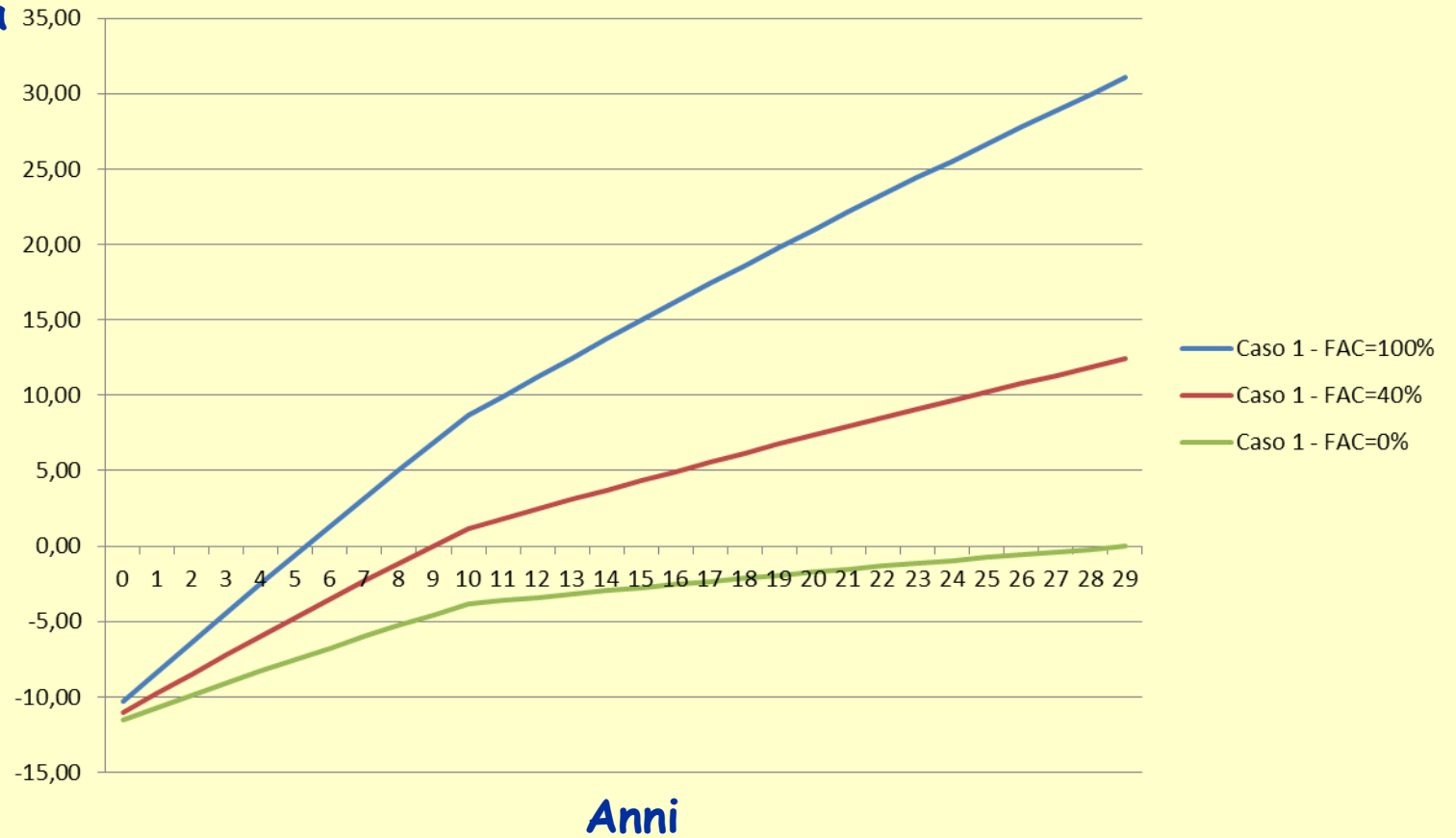
| Anno | Costi [k€] | Ricavi [k€] | Profitto [k€] | Flusso di cassa [k€] |
|------|---------------|----------------|------------------|-------------------------|
| 0 | 12,00 | 1,67 | -10,33 | -10,33 |
| 1 | 0,24 | 2,25 | 2,01 | -8,32 |
| 2 | 0,24 | 2,22 | 1,98 | -6,34 |
| 3 | 0,23 | 2,19 | 1,96 | -4,38 |
| 4 | 0,23 | 2,16 | 1,93 | -2,44 |
| 5 | 0,23 | 2,14 | 1,91 | -0,54 |
| 6 | 0,23 | 2,11 | 1,88 | 1,35 |
| 7 | 0,22 | 2,08 | 1,86 | 3,21 |
| 8 | 0,22 | 2,06 | 1,84 | 5,05 |
| 9 | 0,22 | 2,03 | 1,81 | 6,86 |
| 10 | 0,22 | 2,01 | 1,79 | 8,65 |
| 11 | 0,22 | 1,50 | 1,29 | 9,94 |
| 12 | 0,21 | 1,49 | 1,27 | 11,21 |
| 13 | 0,21 | 1,47 | 1,26 | 12,48 |
| 14 | 0,21 | 1,46 | 1,25 | 13,72 |
| 15 | 0,21 | 1,44 | 1,24 | 14,96 |
| 16 | 0,20 | 1,43 | 1,22 | 16,19 |
| 17 | 0,20 | 1,42 | 1,21 | 17,40 |
| 18 | 0,20 | 1,40 | 1,20 | 18,60 |
| 19 | 0,20 | 1,39 | 1,19 | 19,79 |
| 20 | 0,20 | 1,37 | 1,18 | 20,97 |
| 21 | 0,20 | 1,36 | 1,17 | 22,13 |
| 22 | 0,19 | 1,35 | 1,15 | 23,29 |
| 23 | 0,19 | 1,33 | 1,14 | 24,43 |
| 24 | 0,19 | 1,32 | 1,13 | 25,56 |
| 25 | 0,19 | 1,31 | 1,12 | 26,68 |
| 26 | 0,19 | 1,30 | 1,11 | 27,79 |
| 27 | 0,18 | 1,28 | 1,10 | 28,89 |
| 28 | 0,18 | 1,27 | 1,09 | 29,98 |
| 29 | 0,18 | 1,26 | 1,08 | 31,06 |

VAN

Esempio

Confronto al variare dell'autoconsumo

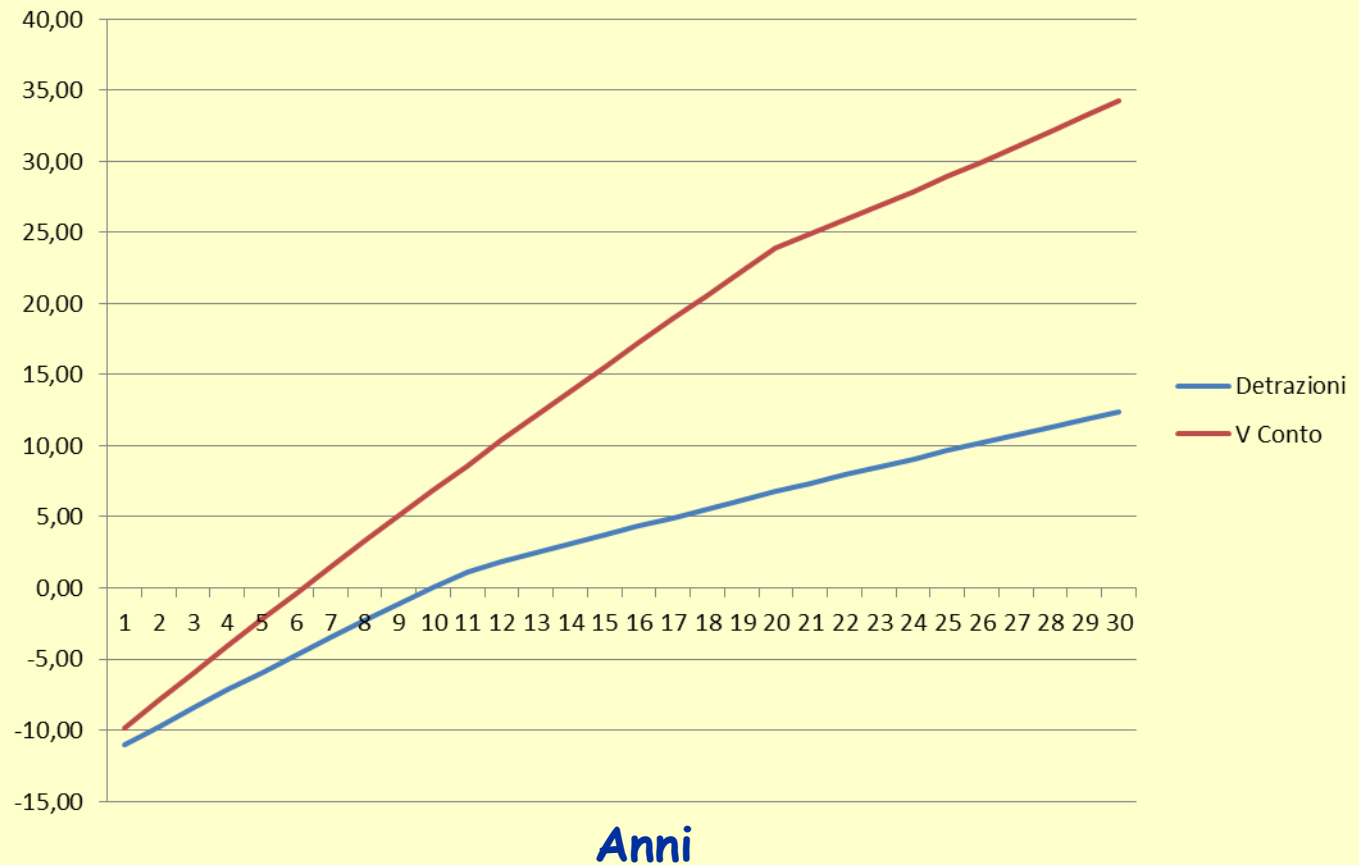
Flusso di cassa
[k€]



Esempio

Confronto Detrazioni e V conto su impianto da 6kW con FAC 40%

Flusso di cassa
[k€]



**Esempi di valutazione economica per la
realizzazione di impianti fotovoltaici con
Titoli di Efficienza Energetica**

Calcolo degli indici economici: caso studio 1

Riepilogo dei dati di ingresso per il piano economico:

Impianto fotovoltaico con potenza minore di 20kW

- ♦ potenza installata - $P_i=19.9\text{kW}$
- ♦ Irradiazione media annua del sito 1550kWh/m^2 $\longrightarrow N = 1550$
- ♦ Tasso attualizzazione = 2.0%

Costi: costo di installazione $C_i=1800 \text{ €/kW}$, manutenzione 2% annuo

Ricavi: $FAC=100\%$ $FI=0\%$

- ♦ $h_{eq}=1709$, $N_{tee}=21$
- ♦ $P_{EV1}=0.052 \text{ €/kWh}$ con incremento ΔEV dell'1% annuo
- ♦ $C_{EA1}=0.18 \text{ €/kWh}$ con incremento ΔEA dell'1% annuo

Analisi dei ricavi: titoli di efficienza energetica

I ricavi si calcolano dalla conoscenza dei prezzi di vendita dell'energia e dal costo evitato:

- se $n \in [1 \ 5]$ anni

$$R(n) = \left\{ N_{TEE} \cdot P_{TEE}(n) + P_{EV}(n) \cdot \left(\frac{FI}{100} NP_i \right) + C_{EA}(n) \cdot \left(\frac{FAC}{100} NP_i \right) \right\} / FA(n)$$

- se $n=0$ e $n \in [6 \ 29]$ anni

$$R(n) = \left[P_{EV}(n) \left(\frac{FI}{100} NP_i \right) + C_{EA}(n) \left(\frac{FAC}{100} NP_i \right) \right] / FA(n)$$

$$P_{TEE}(n) = P_{TEE1} \left(1 + \frac{\Delta P_{TEE}}{100} \right)^n$$

$$C_{EA}(n) = C_{EA1} \left(1 + \frac{\Delta EA}{100} \right)^n$$

$$P_{EV}(n) = P_{EV1} \left(1 + \frac{\Delta EV}{100} \right)^n$$

$$FA(n) = \left(1 + \frac{T_i}{100} \right)^n$$

Applicando le relazioni precedenti si calcolano la prima e la seconda colonna della seguente matrice

| Anno | Costi [k€] | Ricavi [k€] | Profitto [k€] | Flusso di cassa [k€] |
|------|---------------|----------------|------------------|-------------------------|
| 0 | 35,82 | 3,18 | -32,64 | -32,64 |
| 1 | 0,71 | 5,39 | 4,69 | -27,95 |
| 2 | 0,70 | 5,34 | 4,64 | -23,31 |
| 3 | 0,70 | 5,29 | 4,59 | -18,72 |
| 4 | 0,69 | 5,24 | 4,55 | -14,17 |
| 5 | 0,68 | 5,19 | 4,50 | -9,66 |
| 6 | 0,68 | 3,00 | 2,33 | -7,34 |
| 7 | 0,67 | 2,97 | 2,30 | -5,04 |
| 8 | 0,66 | 2,94 | 2,28 | -2,76 |
| 9 | 0,66 | 2,91 | 2,26 | -0,50 |
| 10 | 0,65 | 2,88 | 2,24 | 1,74 |
| 11 | 0,64 | 2,86 | 2,21 | 3,95 |
| 12 | 0,64 | 2,83 | 2,19 | 6,14 |
| 13 | 0,63 | 2,80 | 2,17 | 8,31 |
| 14 | 0,62 | 2,77 | 2,15 | 10,46 |
| 15 | 0,62 | 2,75 | 2,13 | 12,59 |
| 16 | 0,61 | 2,72 | 2,11 | 14,70 |
| 17 | 0,61 | 2,69 | 2,09 | 16,78 |
| 18 | 0,60 | 2,67 | 2,07 | 18,85 |
| 19 | 0,59 | 2,64 | 2,05 | 20,89 |
| 20 | 0,59 | 2,61 | 2,03 | 22,92 |
| 21 | 0,58 | 2,59 | 2,01 | 24,92 |
| 22 | 0,58 | 2,56 | 1,99 | 26,91 |
| 23 | 0,57 | 2,54 | 1,97 | 28,88 |
| 24 | 0,57 | 2,51 | 1,95 | 30,82 |
| 25 | 0,56 | 2,49 | 1,93 | 32,75 |
| 26 | 0,55 | 2,46 | 1,91 | 34,66 |
| 27 | 0,55 | 2,44 | 1,89 | 36,55 |
| 28 | 0,54 | 2,42 | 1,87 | 38,43 |
| 29 | 0,54 | 2,39 | 1,85 | 40,28 |

PayBack



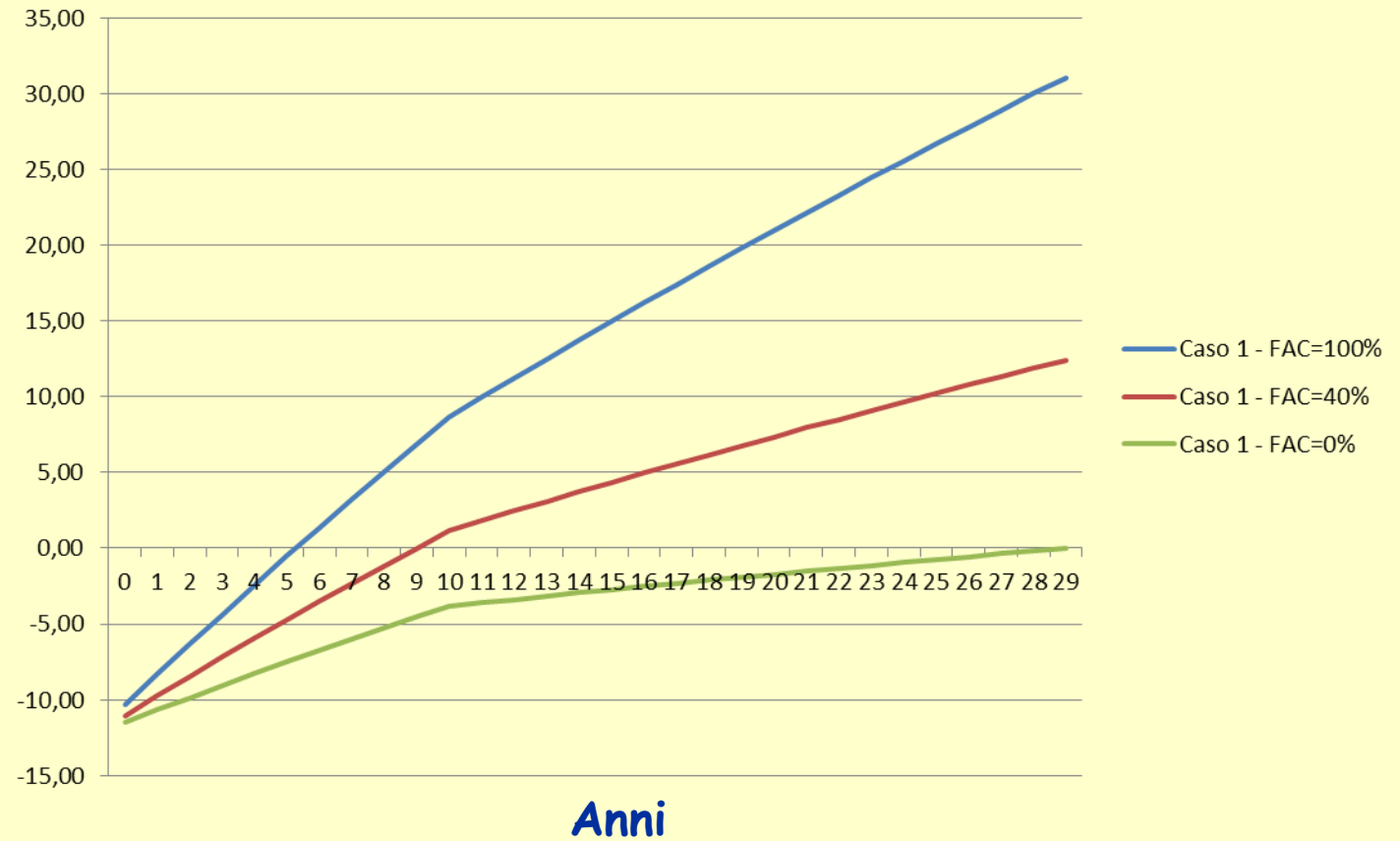
VAN



Esempio

Confronto al variare dell'autoconsumo

Flusso di cassa
[k€]

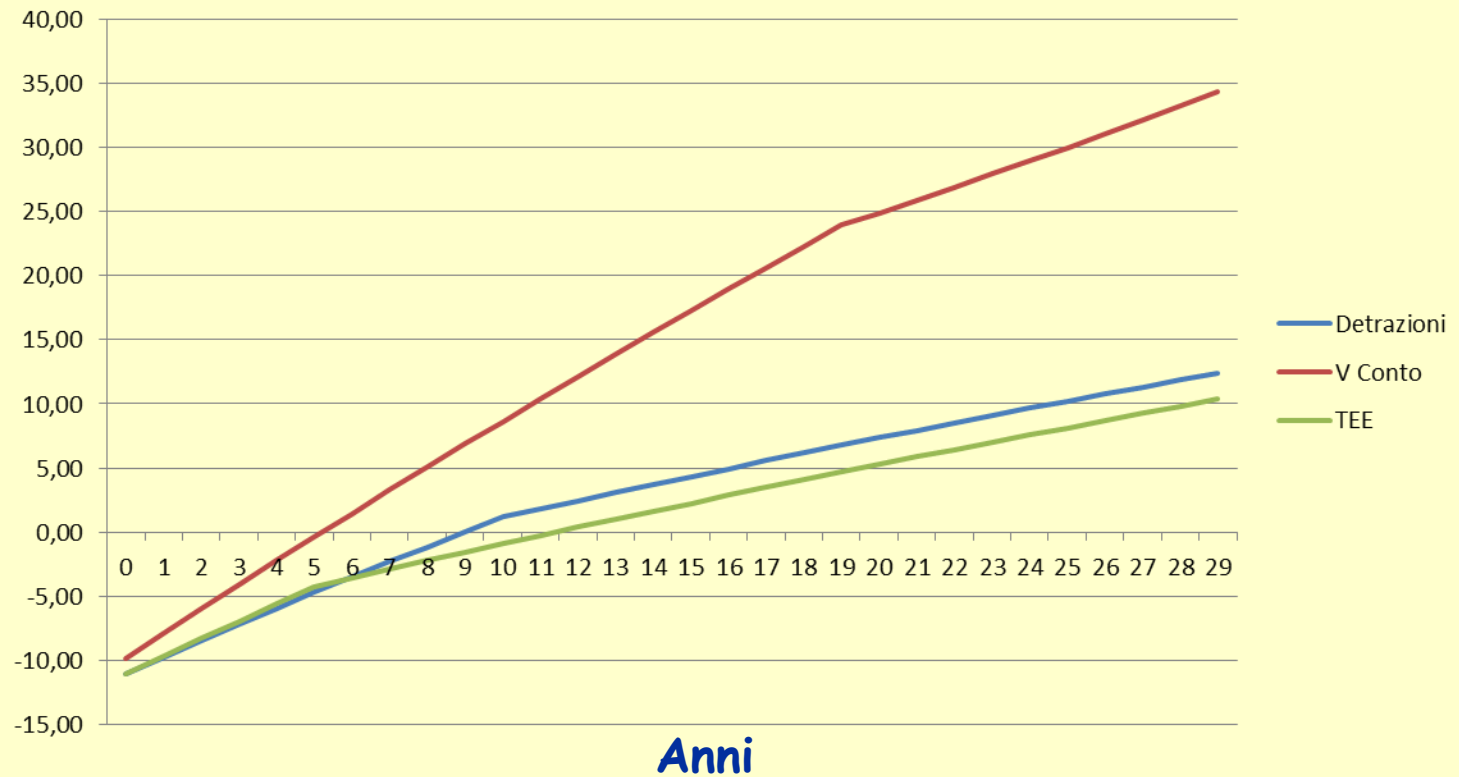


Esempio

Confronto Detrazioni, V conto e TEE su impianto da 6kW con FAC 40%

Flusso di cassa

[k€]



Nota: Con Ppv=6 kW per usare i TEE bisogna interagire con una ESCO che aggregi più progetti; infatti ho diritto a 6 TEE mentre il minimo da richiedere al GSE è 20 TEE