



ANALISI TECNICA E VALUTAZIONE ECONOMICO FINANZIARIA DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Prof. Amedeo Amoresano

Università degli Studi di Napoli Federico II

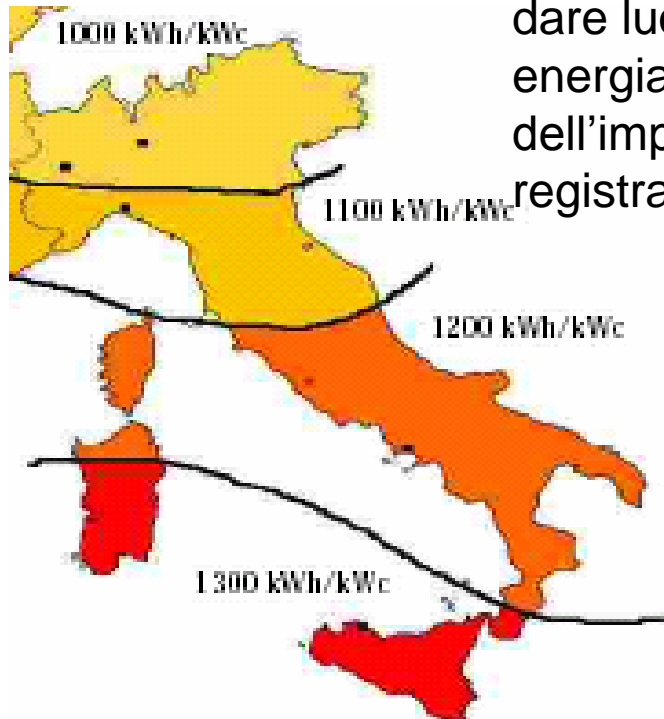
FOTOVOLTAICO IN AGRICOLTURA

“Opportunità di Integrazione del Reddito Agricolo”,

Latina 25 Marzo 2011

Considerazioni Preliminari

Sulla produzione elettrica annua di un impianto fotovoltaico ha fondamentale incidenza la latitudine che comporta significative variazioni di esposizione all'energia incidente (radiazione solare). Ciò significa che uno stesso impianto da 1 kW di potenza nominale con orientamento ed inclinazione ottimali ed assenza di ombreggiamento, non dotato di dispositivo di “inseguimento” del sole, può dare luogo in un anno a differenti quantità di energia, in relazione alla macroarea di installazione dell'impianto stesso. In Italia, ad esempio, possiamo registrare le seguenti variazioni:



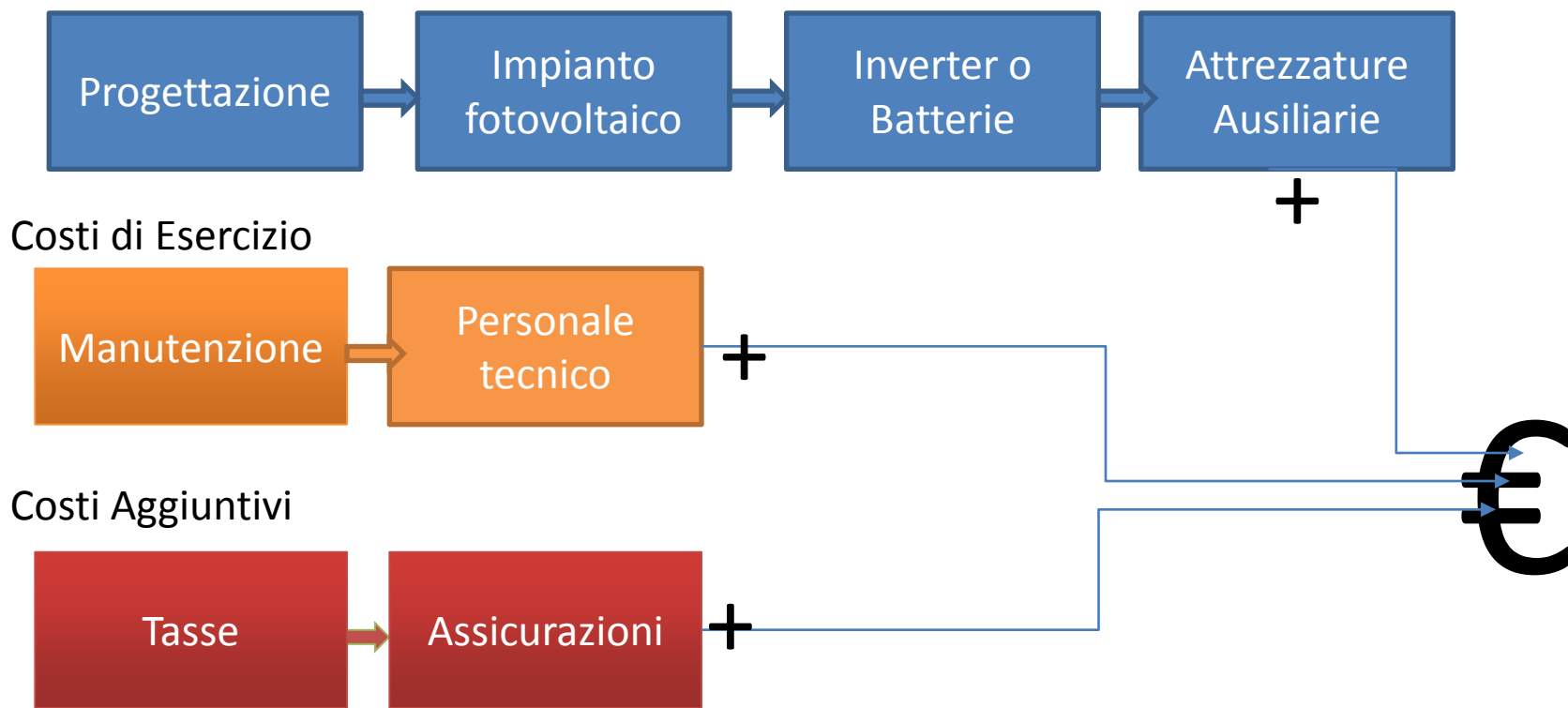
- ▲ regioni settentrionali 1.000 kWh/kWp
- ▲ regioni centrali 1.100 kWh/kWp
- ▲ regioni meridionali 1.200 ÷ 1.300 kWh/kWp



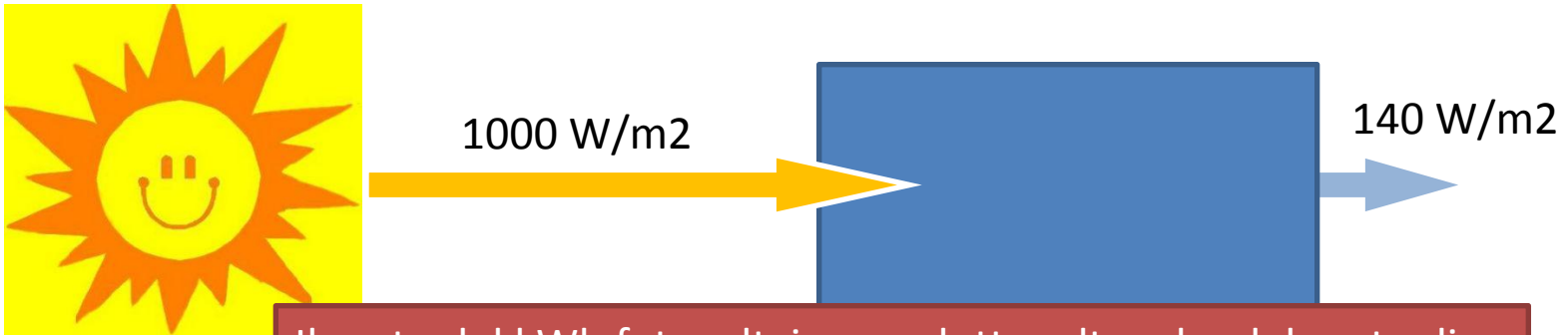
Quanto costa l'energia elettrica fotovoltaica?



Il costo dell' energia fotovoltaica è dato dalla somma dei costi di investimento:



~ 0,14



Il costo del kWh fotovoltaico prodotto, oltre che del costo di investimento e manutenzione dell'impianto, deve tener conto anche del numero di kWh prodotti in un anno, della durata dell'impianto (stima usuale 25 anni), dei costi di interesse reali, ecc.

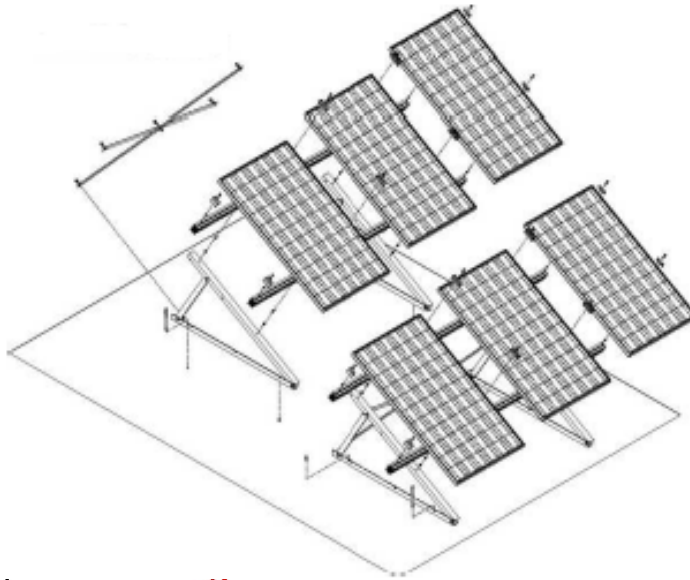
Il valore finale in Italia può variare fra 0.3 e 0.5 Euro/kWh; Il costo pagato da una utenza privata media alla società distributrice si aggira ora attorno a 0.15 Euro/kWh. (fonte ENEA)

Perché costa ? Limiti tecnici o tecnologici?

Per l'impianto gric
Il costo di produz
esclusa
impianto fotovoltaico

Questo va
comp
che è di circa 0,1

- costo di m
- del numer
- anno
- della durata dell'impianto.

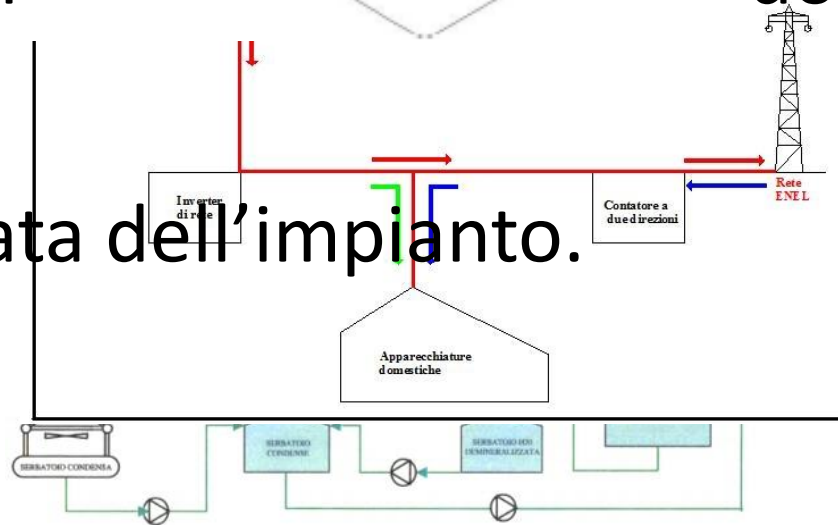


torà è di circa 0,34€, IVA
odotta con un

elevato per
vedo costi, del:

dell'impianto,

dotti in un



Installare un impianto fotovoltaico diventa



CONDIZIONI DI PROGETTO

Calcolo Energia Producibile Annua

La quantità di energia elettrica producibile dall'impianto deve essere calcolata sulla base dei dati radiometrici

- Si assume come efficienza operativa media annuale dell'impianto il 75% dell'efficienza nominale del generatore fotovoltaico. L'efficienza del generatore fotovoltaico è numericamente data dal rapporto tra la potenza nominale del generatore stesso (espressa in kW) e la relativa superficie (espressa in m² e intesa

E se l'impianto è di supporto all' agricoltura ?



Il progetto preso in analisi prevede un impianto fotovoltaico di 264,60 kWp per la produzione di energia elettrica, ubicato sulla Vasca del Centro Idrico Suppezza di GORI S.p.A. situato in Via Suppezza nel comune di Castellammare di Stabia (NA).



Dati di progetto



Superficie interessata all'installazione dei pannelli 4300 m²

Potenza di picco 260 kWp

I calcoli del B.O.S.[1] indicano un rendimento all'uscita dell'inverter pari a circa il 74,97%.

$$\mathbf{P_{tot}} = P_m \times N_{moduli} = 210 \times 1260 = 264,6$$

kWp

[1] Il Balance of System esprime in percentuale le perdite di energia che si hanno nell'impianto dovute a vari fattori, quali l'accoppiamento tra i vari moduli FV, i collegamenti con il/i convertitore/i, le perdite nei quadri, nei conduttori, ecc. In genere per impianti di piccola taglia (fino a qualche kWp) ed in assenza di informazioni dettagliate si può assumere un B.O.S. pari al 15% e ottenere una buona approssimazione circa la produttività annuale.

- Il rendimento del modulo fotovoltaico è pari al rapporto tra la potenza elettrica di picco e il prodotto tra l'irraggiamento in condizioni STC e la superficie del modulo:

$$\eta_{mod} = P / (G_m \times S_m) = 210 / (1000 \times 1,470) = 14,3\%$$

mentre la superficie captante netta è pari a:

$$S_{m,n} = N_{celle} \times S_c$$

Il rendimento dell'impianto fotovoltaico sarà pari al prodotto tra il rendimento del modulo e quello del sistema:

$$\eta_{FV} = \eta_{mod} \times \eta_{sis} = 14,3 \% \times 74,97 \% = 10,7 \%$$

$$S_{tot} = S_m \times N = 1,470 \times 1260 = 1852,2 \text{ m}^2$$

- **L'impianto FV produce, quindi, 1152 kWh/kWp.**



Benefici ambientali

INOLTRE

L'energia elettrica prodotta con il fotovoltaico ha un costo nullo per combustibile: per ogni chilowattora prodotto si risparmiano circa 250 grammi di olio combustibile e si evita l'emissione di circa 700 grammi di CO₂, nonché di altri gas responsabili dell'effetto serra. Si può valutare in 20 anni la vita utile di un impianto, il che significa che un modesto impianto da 100



Analisi Economica

▲ **Analisi dei ricavi**

I dati sintetici ai fini dell'analisi dei ricavi sono di seguito definiti:

▲ Regime contrattuale:	Vendita
▲ Potenza totale:	264,6 kWp
▲ Energia totale annua:	304843 kWh
▲ Perdita efficienza annua:	0.90 %
▲ Consumi totali annui:	3911660 kWh
▲ Aumento dei consumi:	2.00 %

Il decreto 19 febbraio 2007 (Ministero dello sviluppo economico), "Nuovo Conto Energia", stabilisce i criteri e le modalità per incentivare la produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici, in attuazione dell'art. del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

Classificazione architettonica	Imp. parz. integrato
Entrato in esercizio come:	Nuova costruzione
Entrata in esercizio:	2009
Soggetto responsabile Ente locale	NO
Tariffa incentivante base	0.440 €/kWh

La tariffa incentivante base è determinata in base all'art. 6 del D.M. 19 febbraio 2007 così come modificato dalla Legge 24 dicembre 2007, n.244 (Legge finanziaria 2008) ed è riconosciuta per un periodo di 20 anni a decorrere dalla data di entrata in esercizio dell'impianto.



Analisi Economica



Descrizione	Importo [€/kWh]	
Tariffa incentivante base	0.392	€/kWh
Incremento del 5% per autoproduzione	0.0196	€/kWh
Premi per l'uso efficiente dell'energia	0.000	€/kWh
Tariffa incentivante finale [€/kWh]	0.4116	€/kWh

I ricavi da tariffa incentivante[1] sono quindi pari a:
 $304843 \text{ kWh} \times 0,4116 \text{ €/kWh}$
= 125473,38 €

Con riferimento all'anno di entrata in esercizio, i prezzi di vendita di energia elettrica sono i seguenti:

Descrizione	Da [kWh]	A [kWh]	Importo [€/kWh]
1° Scaglione	0	500000	0.0980
2° Scaglione	500000	1000000	0.0826
3° Scaglione	1000000	2000000	0.0722

[1] I ricavi da tariffa incentivante sono pagati dal GSE (Gestore Servizi Elettrici).



Analisi Economica



I ricavi da tariffa di vendita sono quindi pari a:

$$304843 \text{ kWh} \times 0,098 \text{ €/kWh} = \mathbf{29874,61 \text{ €}}$$

Per l'acquisto di energia elettrica si è considerata mediamente la seguente tariffa:

▲ Tariffa distributore:	0.126 €/kWh
▲ IVA	10.00 %
▲ Tariffa finale distributore:	0.139 €/kWh

La spesa sostenuta da GORI S.p.A. per l'acquisto dell'energia elettrica consumata nell'anno 2008, ammonta a:

$$3911660 \text{ kWh} \times 0,139 \text{ €/kWh} = \mathbf{543720,74 \text{ €}}$$

La produzione di energia elettrica dell'impianto FV comporta, quindi, per il primo anno di esercizio, un'entrata pari a:

$$\mathbf{125473,38 \text{ €} + 29874,61 \text{ €} = 155348 \text{ €}}$$

[1] L'energia elettrica da fonti rinnovabili è sempre acquistata dal GSE, come da Nuovo conto Energia 2009. Il GSE provvederà a rivenderla alla società distributrice di energia elettrica.

- Costo totale di realizzazione
- Il costo stimato per la realizzazione dell'impianto, comprensivo delle spese tecniche e delle spese per la realizzazione dell'impianto antintrusione e videosorveglianza, è di seguito elencato

Descrizione	Importo [€]
Lavori	1.075.390,00 €
Spese tecniche	79.380,00 €
Spese di allaccio alla rete ENEL	13.230,00 €
Imprevisti	3970,00 €
Costo Totale	1.171.970,00 €



Imposte (Circ. 46/E dell' Agenzia delle Entrate)

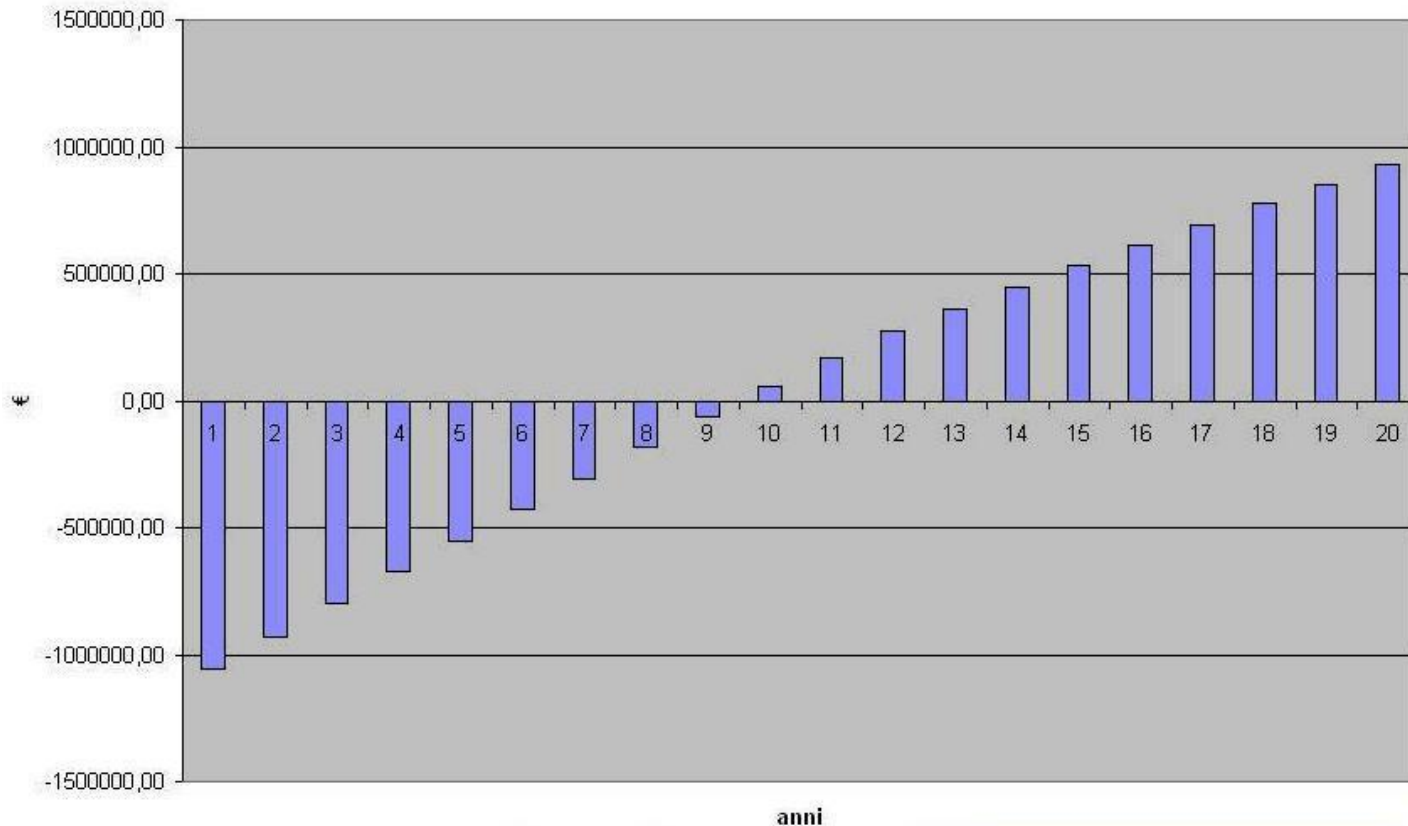
- Oltre i 200 KW (e fino a 1MW), per ogni 10 KW prodotti l'Azienda necessita di una disponibilità di terreno pari a 1ha (quindi se il tuo impianto fosse da 300kw, per giustificare una produzione del genere dovresti condurre almeno 10 ha di terreno). Oltre questi limiti, l'eccedenza viene tassata nei modi ordinari (costi e ricavi).

- **Analisi economica**
- Ai fini dell'analisi economica sono stati considerati i seguenti tassi di riferimento:
- Inflazione ISTAT
2.00%
- Inflazione energia
6.00%
- Tasso di attualizzazione
4.00%

✦ - *Payback period*

Il numero di anni necessario per compensare l'investimento iniziale attraverso dei flussi annui positivi è **9-10 anni**.

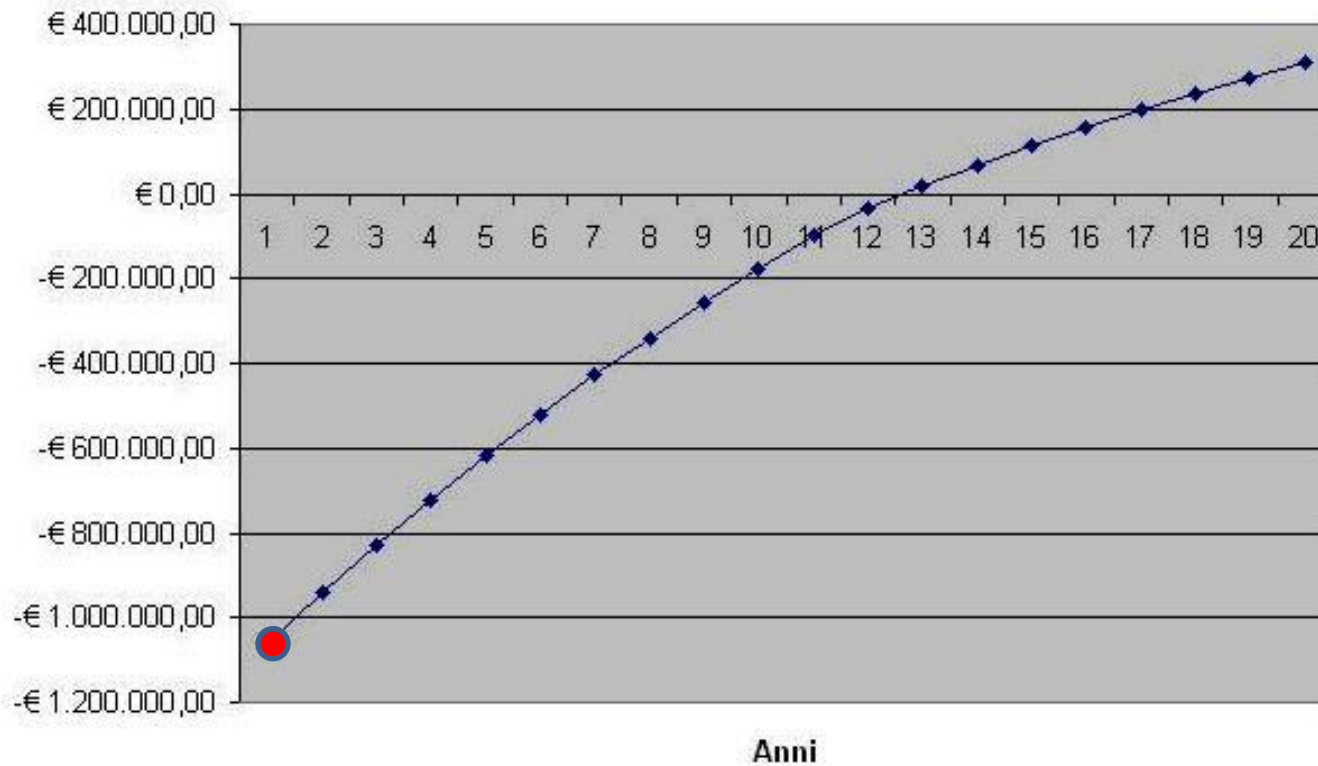
flussi di cassa cumulati



VAN

Il Valore Attuale Netto dei flussi di cassa futuri attualizzati, stimando una vita dell'impianto di 20 anni, è di **310712,41** euro.

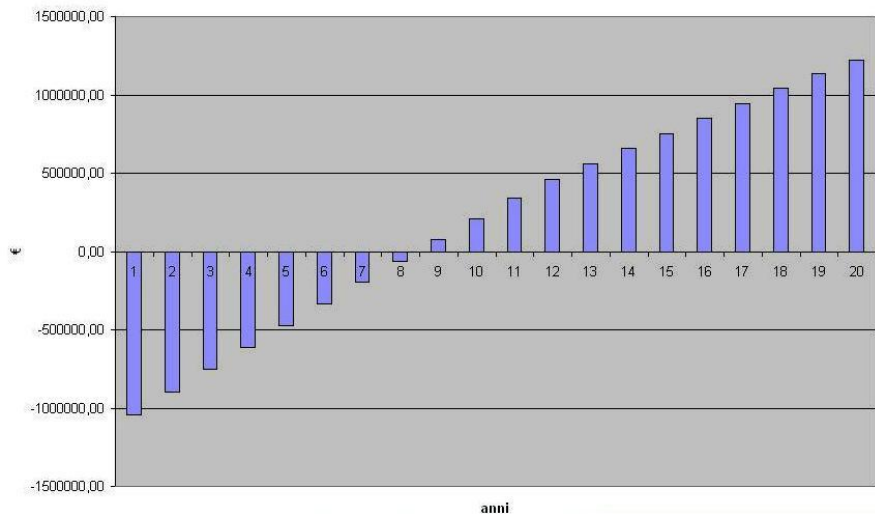
VAN



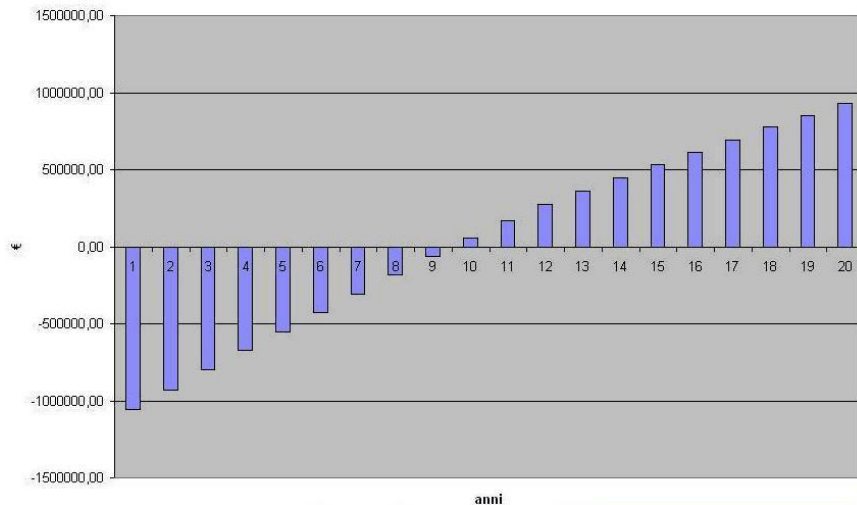
Analisi Economica/Conclusioni

Alla luce dei risultati ottenuti risulta evidente che l'impianto di Suppezza, da 264,6 kWp, nell'ipotesi pessimistica di un rendimento η_{sis} pari a circa il 75%, cui corrisponde una producibilità di 1152 kWh per ogni kWp installato, produce circa 305000 kWh annui.

flussi di cassa cumulati



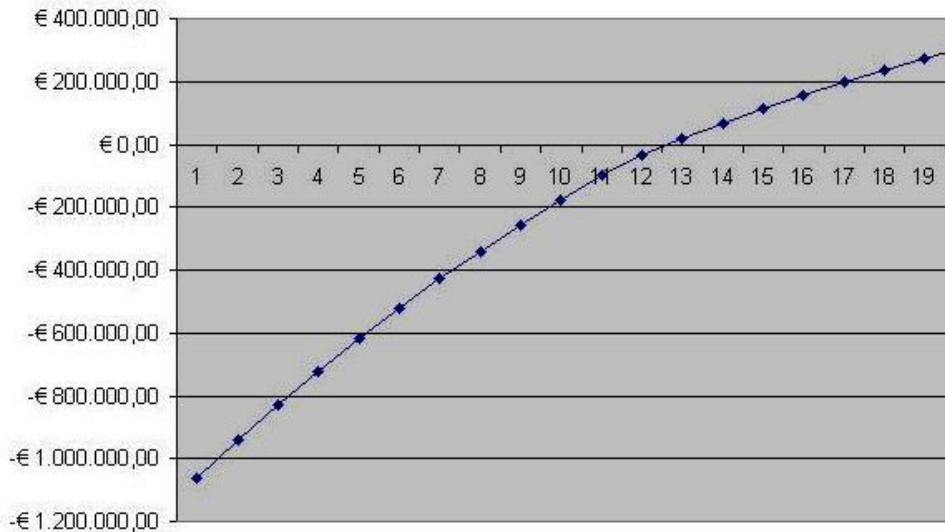
flussi di cassa cumulati



Facendo riferimento, invece, al dato statistico del valore di 1300 kWh/kWp, ovvero ad un rendimento η_{sis} pari all'85%, si ottiene una producibilità annua di circa 344000 kWh.

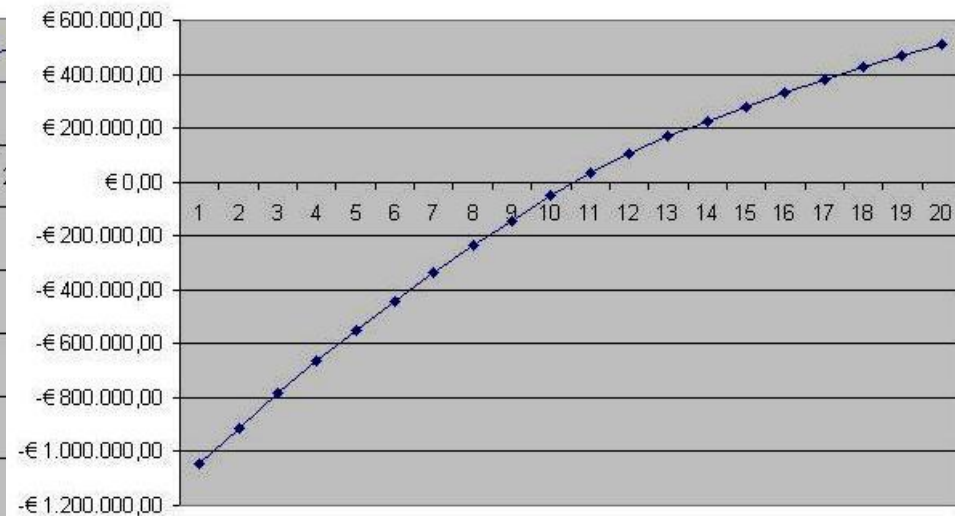
Anche per il *Valore Attuale Netto (VAN)* dell'investimento è utile distinguere i risultati ottenuti in un'ipotesi pessimistica ed una statistica: nel primo caso si avrà, dunque, che il *VAN* assume, al ventesimo anno di investimento, il valore di 310712,41 euro; nel secondo caso il *VAN* risulta pari a 511577,09 euro.

VAN



Anni

VAN



Anni



Analisi Economica/Conclusioni



Il *tasso di rendimento interno (TIR)*, calcolato per entrambe le ipotesi, assume valori del 7% e dell'9% al ventesimo anno di vita dell'impianto. E' utile sottolineare che i valori del *TIR* dell'impianto fotovoltaico in questione sono molto più alti dei tassi d'interesse proposti nella maggior parte dei casi dagli istituti di credito nel caso di investimento bancario

Al ventesimo anno di esercizio, dall'impianto fotovoltaico di Suppezza si otterrà, quindi, un guadagno compreso tra i 932000 e 1224000 euro. Il costo del chilowattora prodotto dall'impianto di Suppezza è di 0,23 €/kWh, risultato della somma del costo d'impianto e dei costi di esercizio e manutenzione del ventennio attualizzati, diviso l'energia elettrica prodotta durante lo stesso periodo (tenendo conto della perdita di efficienza annua dell'1%).



GRAZIE PER
LA CORTESE ATTENZIONE