

**REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA  
ASSESSORATO AGRICOLTURA E RISORSE NATURALI  
DIREZIONE POLITICHE COMUNITARIE  
E MIGLIORAMENTI FONDIARI**

**DOSSIER  
SOLARE FOTOVOLTAICO**

Le fonti rinnovabili sono il futuro dell'umanità ma dobbiamo agire già nel presente, un'ottima possibilità è data dal solare fotovoltaico grazie soprattutto al supporto normativo che incentiva il suo utilizzo.

Scopriamo insieme che cosa è il solare fotovoltaico,  
quali sono gli incentivi e come usufruirne.



## *Sommario*

FONTI RINNOVABILI.....	3
COSA E' IL SOLARE FOTOVOLTAICO.....	4
CELLE FOTOVOLTAICHE .....	6
INVERTER FOTOVOLTAICO .....	6
TIPOLOGIA DI INSTALLAZIONE IMPIANTO.....	7
CONVENIENZA .....	10
DECRETO MINISTERIALE 19/02/2007 CONTO ENERGIA.....	10
RITIRO DEDICATO O CESSIONE .....	11
SCAMBIO SUL POSTO.....	12
ESEMPIO PRATICO .....	13

## FONTI RINNOVABILI

Le energie da fonti rinnovabili, definite da molti per convenzione energie rinnovabili, sono quelle derivate dall'utilizzo di materiali naturali che sono inesauribili. Quelle tradizionali sono invece generate da fonti esauribili e in quanto tali disponibili in quantità definita, per quanto ingenti possano essere le scorte, come i combustibili fossili (carbone, petrolio, gas, uranio...).

L'energia rinnovabile è tratta dal sole (fotovoltaica), dal vento (eolica), dal moto ondoso (marina), dalle masse di scarto (biomassa), dalle "acque calde" delle viscere della terra (geotermia). Insomma l'energia prodotta da tutte quelle fonti naturali che non si esauriscono.

Ma l'energia rinnovabile ha un'altra fondamentale caratteristica: quella di non produrre effetti negativi sull'ambiente, né modifiche al clima e tantomeno variazioni alla temperatura globale della terra.



## COSA E' IL SOLARE FOTOVOLTAICO

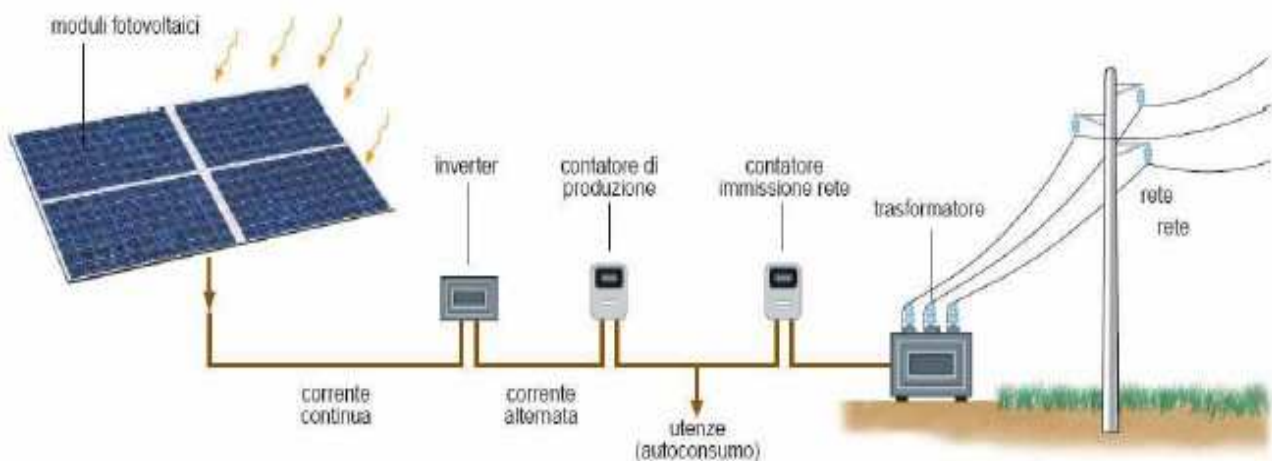
La tecnologia fotovoltaica consente di trasformare direttamente in energia elettrica l'energia associata alla radiazione solare. Essa sfrutta il cosiddetto effetto fotovoltaico, basato sulle proprietà di alcuni materiali semiconduttori (il più utilizzato è il silicio, elemento molto diffuso in natura) che, opportunamente trattati, sono in grado di generare elettricità se colpiti da radiazione luminosa. Il dispositivo elementare capace di operare una conversione dell'energia solare si definisce cella fotovoltaica ed è in grado di produrre una potenza di circa 1,5 Watt. Il componente base, commercialmente disponibile, è invece il modulo composto da più celle collegate ed incapsulate. Più moduli fotovoltaici, collegati in serie e in parallelo, formano le sezioni di un impianto, la cui potenza può variare da poche centinaia di Watt a milioni di Watt. La corretta esposizione all'irraggiamento solare dei moduli fotovoltaici rappresenta un fattore chiave al fine di ottenere le prestazioni ottimali dell'impianto in termini di producibilità di energia elettrica. Ad esempio in Italia l'esposizione ottimale è verso Sud con un inclinazione di circa 30-35° gradi. Nella mappa riportata nella figura di pagina seguente viene mostrata per il territorio italiano la producibilità di un impianto fotovoltaico da 1kWp, ottimamente orientato ed inclinato, installato su una struttura fissa (orientativamente si passa da Nord al Sud dell'Italia con una produzione specifica variabile da 1000 a 1400 kWh per ogni kWp installato). Inoltre ogni kWp installato richiede uno spazio netto di circa 7-8 m<sup>2</sup> qualora i moduli siano installati in modo complanare alle superfici di pertinenza degli edifici, occorre invece uno spazio maggiore se l'impianto è installato in più file successive su strutture di supporto inclinate collocate su superfici orizzontali.

La configurazione dell'impianto prevede, quasi sempre, l'inserimento a valle dei moduli fotovoltaici di un inverter che trasforma la corrente continua generata dalle celle in corrente alternata direttamente utilizzabile dagli utenti. Infine il sistema è completato da una struttura di sostegno per fissare i moduli alla superficie d'installazione: terreno, tetto, facciata, parete, etc. La struttura può essere fissa o mobile, in grado di seguire il sole lungo il suo percorso giornaliero durante l'intero anno. Le principali applicazioni dei sistemi fotovoltaici sono:

- impianti con sistema di accumulo per utenze isolate dalla rete;
- impianti per utenze collegate alla rete in bassa tensione;

- centrali di produzione di energia elettrica collegate alla rete in media o alta tensione.

Gli impianti fotovoltaici possono essere connessi alla rete elettrica di distribuzione (grid-connected) o direttamente a utenze isolate (stand-alone), tipicamente per assicurare la disponibilità di energia elettrica in zone isolate.



## CELLE FOTOVOLTAICHE

### **STRUMENTO PER TRASFORMAZIONE ENERGIA SOLARE IN ENERGIA ELETTRICA**

Le celle fotovoltaiche sono costituite da materiale semiconduttore, il più utilizzato dei quali è il silicio cristallino. Essi rappresentano la parte attiva del sistema perché convertono la radiazione solare in energia elettrica.

La maggior parte delle celle fotovoltaiche oggi in commercio è costituita da semiconduttori in silicio. La ragione di questa scelta è principalmente dovuta al fatto che il silicio è disponibile in grandi quantità sul nostro pianeta, è largamente utilizzato dall'industria elettronica, che, con la rapidissima espansione degli ultimi decenni, ha agevolato lo sviluppo degli attuali metodi di raffinazione, lavorazione e drogaggio inoltre gli scarti della lavorazione dei componenti elettronici possono essere riciclati dall'industria fotovoltaica, che tollera maggiori concentrazioni di impurità.

In alternativa al silicio monocristallino, l'industria fotovoltaica utilizza anche il silicio policristallino che ha costi di produzione inferiori e nel quale i cristalli si presentano ancora aggregati tra loro ma con forme e orientamenti differenti. L'affinamento del processo produttivo delle celle di silicio policristallino consente oramai di realizzare celle con prestazioni elettriche solo di poco inferiori a quelle ottenibili con il monocristallino.

## INVERTER FOTOVOLTAICO

L'inverter fotovoltaico è progettato espressamente per convertire l'energia elettrica

### **STRUMENTO PER TRASFORMARE ENERGIA ELETTRICA PER IMMETTERLA IN RETE**

L'energia prodotta sotto forma di corrente continua prodotta da modulo fotovoltaico viene trasformata in corrente alternata da immettere direttamente nella rete elettrica. Queste macchine estendono la funzione base di un inverter generico con funzioni particolarmente sofisticate, per estrarre dai pannelli solari la massima potenza disponibile in qualsiasi condizione meteorologica. Questa funzione prende il nome di MPPT, un acronimo che sta per Maximum Power Point Tracker.

In poche parole i moduli fotovoltaici hanno un punto di lavoro ottimale, detto appunto Maximum Power Point, in cui è possibile estrarre tutta la potenza disponibile. Questo punto di lavoro varia continuamente in funzione del livello di

radiazione solare che colpisce la superficie delle celle. Un inverter in grado di restare “agganciato” a questo punto, otterrà sempre la massima potenza disponibile in qualsiasi condizione. Un’altra caratteristica importante è il tempo di assestamento dell’inverter. Infatti quasi tutti i produttori di inverter riescono ad ottenere grande precisione sull’MPPT (99% della max disponibile), ma solo pochi riescono ad unire precisione e velocità. Durante le giornate con nuvolosità variabile si possono verificare sbalzi di potenza solari ampi e repentini con variazioni da 100 W/m<sup>2</sup> a 1000-1200 W/m<sup>2</sup> in meno di 2 secondi. In queste condizioni, che sono molto frequenti, un inverter con tempi di assestamento minore di 5 secondi riesce a produrre fino al 15%-20% di energia in più di uno lento.

## TIPOLOGIA DI INSTALLAZIONE IMPIANTO

L’impianto fotovoltaico, a seconda della tipologia di installazione, viene catalogato come:

- Integrato;
- Parzialmente integrato;
- Non integrato.

### Installazione di tipo integrato



**Si definisce impianto fotovoltaico integrato quando, per esempio, i moduli sono posti su un tetto e sostituiscono il materiale di copertura (lose, tegole ecc.)**

Integrare totalmente il fotovoltaico nell'architettura significa riuscire ad equilibrare gli aspetti tecnici ed estetici dei componenti della tecnologia fotovoltaica con quelli dell'involucro edilizio, senza compromettere le caratteristiche funzionali di entrambi. Una corretta integrazione architettonica del fotovoltaico, infatti, riesce a far coincidere la capacità del fotovoltaico di produrre energia elettrica sul luogo della domanda con la qualità estetica dello spazio che lo contiene. Le caratteristiche fisiche del modulo fotovoltaico, forma, dimensione, colore, eventuale trasparenza, possono diventare elementi di caratterizzazione dello spazio architettonico quando viene utilizzato come copertura, facciata o grande vetrata. In questi casi il fotovoltaico viene interpretato e utilizzato come vero materiale edilizio e diventa parte inscindibile della costruzione. Sostituisce un materiale da costruzione convenzionale, diventando un componente attivo dell'involucro edilizio in grado di contribuire positivamente alla performance energetica degli edifici.

#### **Installazione di tipo parzialmente integrato**



**Si definisce impianto fotovoltaico parzialmente integrato quando, per esempio, i moduli sono “appoggiati” su un tetto senza sostituire il materiale di copertura (lose, tegole ecc.)**

I moduli fotovoltaici possono essere montati su edifici (stalle, fienili, ricoveri agricoli ecc...) o su volumi pertinenziali quali tettoie, serre ecc... senza sostituire il materiale da costruzione delle stesse strutture. Questo si intende per integrazione architettonica parziale.

E' evidente che, per ottenere una composizione bilanciata tra il materiale fotovoltaico e quelli esistenti, è necessario porre attenzione all'inserimento generale, valutandone il dimensionamento non solo dal punto di vista della produzione di energia elettrica ma anche in base alla congruità del posizionamento, alla sua estensione, all'impatto visivo e all'integrazione con il resto dei componenti della copertura o facciata o qualunque altra superficie o materiale debba entrare in contatto con il fotovoltaico. In altre parole è indispensabile che, nel suo inserimento, il fotovoltaico non infici le caratteristiche estetiche e la funzionalità dell'involucro architettonico, specie per quello che riguarda l'efficienza energetica dell'edificio.

### **Installazione di tipo non integrato**



**Si definisce impianto fotovoltaico non integrato quando, per esempio, i moduli sono posti al suolo.**

Gli impianti fotovoltaici non integrati sono quelli che non si integrano armoniosamente con le strutture o superfici che li ospitano. Trattasi d'installazione non integrata quando i pannelli fotovoltaici non svolgono nessuna prestazione complementare rispetto all'organismo edilizio al di fuori della produzione energetica e la disposizione dei pannelli, non ha nulla a che fare cioè con la morfologia dell'involucro che funge unicamente da supporto, tipo le installazioni a cavalletti su coperture piane.

Un esempio tipico di impianto non integrato sono i pannelli fotovoltaici installati su tetto piano e fissate su apposite strutture di sostegno con giusta inclinazione e orientamento a sud.

## **CONVENIENZA**

L'installazione di un impianto fotovoltaico consente, a seconda del dimensionamento, o di azzerare i costi di energia elettrica o di produrre un beneficio economico a chi lo realizza (potendo beneficiare degli incentivi erogati in ragione del Nuovo Conto Energia D.M. 19/02/2007, inoltre aumenta la classificazione energetica dell'edificio che lo utilizza).

Questo argomento verrà trattato nella "Guida al Conto Energia".

## **DECRETO MINISTERIALE 19/02/2007 CONTO ENERGIA**

### **INCENTIVO RICEVUTO PER OGNI kWh PRODOTTO**

Anticipando quando verrà meglio precisato nella "Guida al Conto Energia" l'obiettivo fissato dal Decreto Ministeriale del 19 febbraio 2007 emanato dal Ministro dello Sviluppo Economico e dal Ministro per l'Ambiente e la Tutela del Territorio e del Mare è quello di produrre tremila megawatt di potenza elettrica attraverso la conversione solare fotovoltaica, da installare e collegare alla rete nazionale entro il 2016. Il provvedimento, di cui possono beneficiare le persone fisiche, le persone giuridiche, i soggetti pubblici e i condomini, è stato ideato per incentivare e sostenere la diffusione di una tecnologia promettente come il fotovoltaico, promuovendo applicazioni innovative sul nostro territorio anche attraverso la sua parziale o completa integrazione in architettura e arredo urbano. Viene incentivata l'architettura sostenibile e sono premiati con incentivi maggiorati

gli interventi di bonifica, l'incremento dell'efficienza e il risparmio energetico negli edifici pubblici e privati di qualsiasi destinazione d'uso.

Il DM 19/02/07 prevede la stipulazione di un contratto con il GSE (Gestore Servizi Energetici), di durata ventennale, durante il quale il proprietario dell'impianto FV percepirà un'incentivazione per ogni kWh prodotto secondo le seguenti modalità relative ad impianti entrati in esercizio dopo il 01/01/2010 :

Potenza nominale impianto (kWp)	Non integrato	Parzialmente integrato	Integrato
1 <= kWp <= 3	0,384 €	0,422 €	0,470 €
3 < kWp <= 20	0,365 €	0,404 €	0,442 €
> 20	0,346 €	0,384 €	0,422 €

Il DM 19/02/07 prevede una maggiorazione delle tariffe incentivanti mostrate nella tabella precedente in virtù delle seguenti situazioni impiantistiche: per impianti non integrati (>3 – 20 kW) in caso di autoconsumo di almeno 70% dell'energia prodotta; per impianti integrati realizzati in sostituzione di coperture in ETERNIT. Considerando che la durata del contratto stipulato con il GSE per l'erogazione degli incentivi è di 20 anni, il beneficio economico è rilevante in quanto consente di ammortizzare un investimento fotovoltaico in tempi relativamente brevi a fronte dell'intera durata del contratto stipulato; ovviamente il beneficio varia in base alla zona in cui l'impianto è ubicato, infatti le condizioni di irraggiamento variano a seconda della latitudine.

## RITIRO DEDICATO O CESSIONE

Il ritiro dedicato è valido per tutte le taglie superiori a 1 kWp e il ricavo è derivante dalla remunerazione dei kWh prodotti dall'impianto, calcolato in funzione della tariffa spettante (in relazione alla taglia e al tipo d'integrazione), il risparmio si consegue grazie all'uso istantaneo dell'energia elettrica fotovoltaica inoltre i kWh fotovoltaici non utilizzati vengono venduti.

Ulteriori delucidazioni sono presenti nella già citata guida **"Guida al Conto Energia"**, dove si parla anche del ritiro dedicato, o cessione, di seguito accennato.

## **SCAMBIO SUL POSTO**

Lo scambio sul posto è ottenibile solo per impianti da 1 a 200 kWp e il ricavo è derivante dalla remunerazione dei kWh prodotti dall'impianto, calcolato in funzione della tariffa spettante (in relazione alla taglia e al tipo d'integrazione), il risparmio è conseguito grazie all'uso istantaneo dell'energia elettrica fotovoltaica e dallo scomputo successivo dei kWh fotovoltaici prodotti in eccesso e immessi in rete.

Con l'entrata in vigore della delibera AEEG n. 74/08 ("TISP", Testo integrato dello scambio sul posto) i Soggetti Responsabili di impianti fotovoltaici che operano in regime di "Scambio sul posto", anche se in esercizio da una data anteriore a quella di entrata in vigore della delibera, dovranno aderire (tramite istanza e successiva convenzione, come avviene oggi per il Ritiro Dedicato) al nuovo regime di scambio sul posto. Ai sensi di quanto previsto dalla deliberazione dell'Autorità ARG/elt74/08 l'attuale regime di scambio sul posto, regolato dai gestori di rete, avrà termine il 31 dicembre 2008. La stessa delibera prevede che, a partire dal 1° gennaio 2009, il nuovo regime di scambio sul posto sia regolato dal GSE.

Tutti i soggetti attualmente in regime di scambio sul posto che intendano proseguire con lo stesso regime anche nel 2009, dovranno stipulare un'apposita convenzione con il GSE.

## ESEMPIO PRATICO

Si riporta un esempio pratico di impianto fotovoltaico di circa 20kWp con un orientamento ottimale.

➤ CONSUMI ANNUI DELL'AZIENDA AGRICOLA	50.000 kWh
➤ CONTRATTO	scambio sul posto
➤ POTENZA	19,32 kWp;
➤ PRODUZIONE STIMATA	22.200 kWh/anno;
➤ SPAZIO OCCUPATO	150 m <sup>2</sup> ;
➤ PESO TOTALE IMPIANTO	1.900 kg
➤ PESO A METRO QUADRO	13 kg/m <sup>2</sup>
➤ TIPO DI INTEGRAZIONE	impianto totalmente integrato;
➤ VITA TECNICA IMPIANTO	25 anni.

**COSTO IMPONIBILE (inclusa IVA 10%):** € 85.000,00

**CONTRIBUTO MISURA 311 DEL PSR:** € 15.400,00 (20% costo impianto)

**RICAVI ANNUI:**

- |  |  |
|--|--|
| ➤ Incentivo Conto Energia:               | 9.800,00 €/anno (22.200 kWh*0,442 €/kWh) |
| ➤ Risparmio in bolletta:                 | 4.000,00 €/anno (22.200 kWh*0,18 €/kWh)  |
| ➤ Ricavo totale (incentivo + risparmio): | 13.800,00 €/anno                         |

**TEMPO D'AMMORTAMENTO:** 5 ANNI

**RICAVO STIMATO AL TERMINE DEI 20 ANNI** € 205.000,00