

## **LE FONTI DI ENERGIA RINNOVABILE**

- Energia idroelettrica.
- Energia eolica.
- Energia solare
- Energia da biomasse

Le fonti energetiche rinnovabili sono caratterizzate dalla capacità di rigenerarsi in tempi più o meno brevi. Le più importanti sono: l'energia solare (fotovoltaica e termica), l'energia eolica, l'energia idroelettrica, l'energia geotermica, l'energia ricavata da biomasse, l'energia derivante dal moto. Ondoso e dalle maree.

### **ENERGIA IDROELETTRICA.**

Deriva in generale dalla canalizzazione in apposite condutture dell'acqua, la quale, precipitando da una certa altezza, mette in movimento delle turbine che generano l'energia elettrica. Al variare del salto e della portata, esistono diverse tipologie di turbine per la produzione di energia elettrica.

In Italia, le centrali più importanti furono costruite nella prima metà del XX secolo, ancora oggi in esercizio rappresentando ancora una vera propria miniera energetica. Peraltro le centrali più antiche di Edison sono dei veri e propri gioielli dell'architettura industriale. Oggi il potenziale di sviluppo della filiera idroelettrica risiede nello sfruttamento di piccoli / medi salti per impianti definiti mini-idroelettrici. E' difficile realizzare bacini artificiali e dighe al servizio di grandi centrali idroelettriche. Potranno essere effettuati interventi di ripotenziamento in grado comunque di incrementare seppure di poco la producibilità degli impianti esistenti.

Le centrali idroelettriche di Edison rappresentano la memoria storica della società. Le prime e più importanti centrali inaugurate tra la fine del diciannovesimo e gli inizi del ventesimo secolo erano infatti di tipo idroelettrico. Tra le prime centrali spiccano la Bertini, la Esterle di Robbiate e la Calusco d'Adda, veri e propri gioielli architettonici posizionati lungo il fiume Adda e realizzate da Edison.

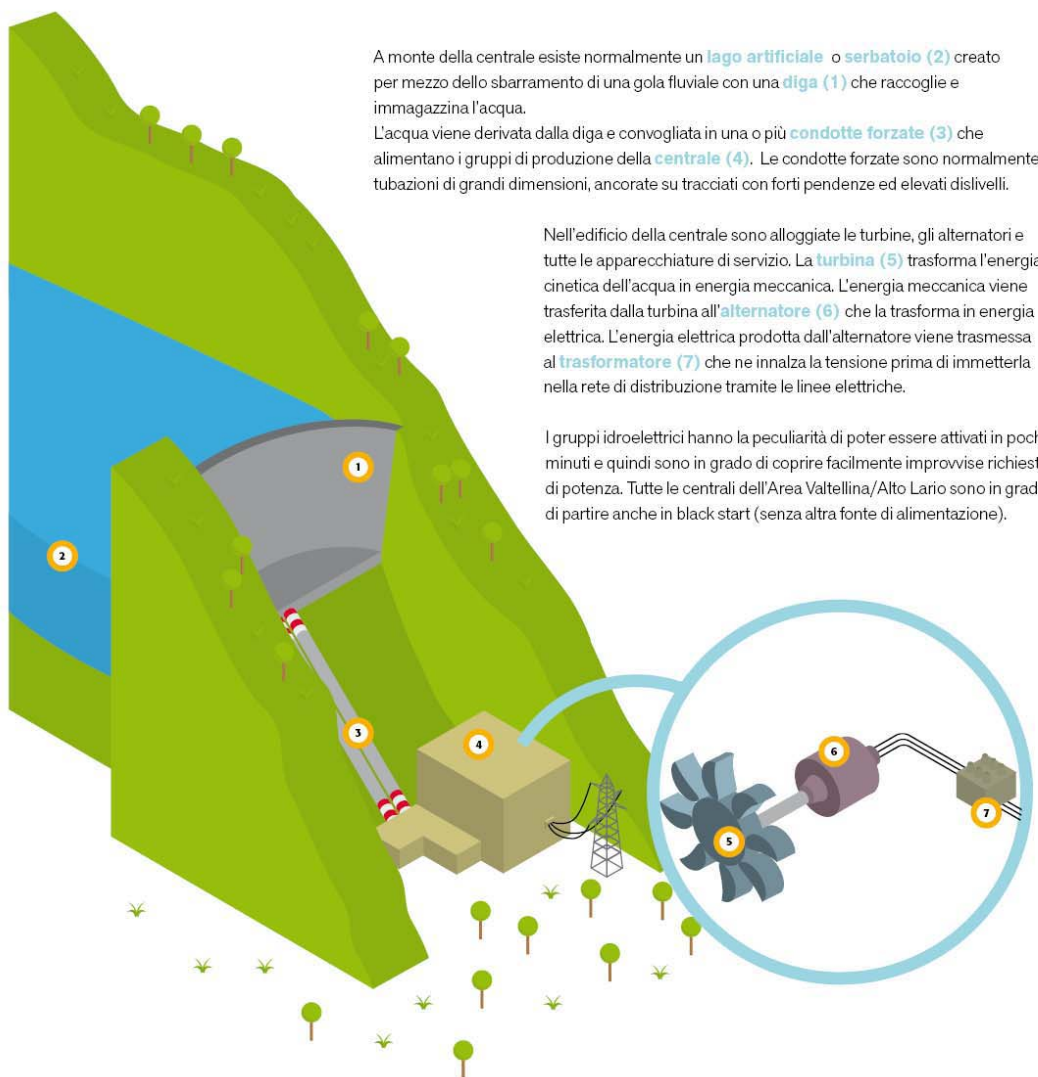
La centrale Bertini, costruita tra il 1895 ed il 1898, situata a Paderno d'Adda, successivamente dedicata alla memoria di Angelo Bertini l'uomo che ha diretto la costruzione e che è stato anche direttore generale della società tra il 1891 e il 1915. Al momento dell'entrata in esercizio nel 1898, grazie ai suoi 13.500 volt di potenza, la Bertini è stata una delle centrali più potenti in Europa e quella con la linea elettrica di trasporto più lunga. La centrale Esterle di Robbiate (MI), costruita a valle della centrale Bertini di Paderno, è stata costruita tra il 1906 ed il 1914. All'epoca era un impianto di grande rilevanza, in grado di produrre 30.000 chilowatt, il triplo dell'energia prodotta dalla centrale Bertini. E' stata dedicata alla memoria di Carlo Esterle

consigliere delegato della società fino al 1918. La centrale di (BG), dedicata alla memoria dell'ingegnere Guido Semenza, è stata realizzata nel 1917.

I tre impianti generano complessivamente 40 MW con una produzione media annua di 255 milioni di chilowattora.

# COME FUNZIONA UNA CENTRALE

Vediamo il funzionamento e la struttura di una centrale idroelettrica.



A monte della centrale esiste normalmente un **lago artificiale** o **serbatoio (2)** creato per mezzo dello sbarramento di una gola fluviale con una **diga (1)** che raccoglie e immagazzina l'acqua.

L'acqua viene derivata dalla diga e convogliata in una o più **condotte forzate (3)** che alimentano i gruppi di produzione della **centrale (4)**. Le condotte forzate sono normalmente tubazioni di grandi dimensioni, ancorate su tracciati con forti pendenze ed elevati dislivelli.

Nell'edificio della centrale sono alloggiati le turbine, gli alternatori e tutte le apparecchiature di servizio. La **turbina (5)** trasforma l'energia cinetica dell'acqua in energia meccanica. L'energia meccanica viene trasferita dalla turbina all'**alternatore (6)** che la trasforma in energia elettrica. L'energia elettrica prodotta dall'alternatore viene trasmessa al **trasformatore (7)** che ne innalza la tensione prima di immetterla nella rete di distribuzione tramite le linee elettriche.

I gruppi idroelettrici hanno la peculiarità di poter essere attivati in pochi minuti e quindi sono in grado di coprire facilmente improvvise richieste di potenza. Tutte le centrali dell'Area Valtellina/Alto Lario sono in grado di partire anche in black start (senza altra fonte di alimentazione).

Esistono alcune centrali idroelettriche chiamate reversibili. In questo caso l'acqua che ha generato energia elettrica durante il giorno può essere ripompata dal bacino di valle al bacino di monte durante le ore di minor richiesta di energia (ad esempio di notte), utilizzando per questa operazione l'energia elettrica in eccesso (e a basso costo) prodotta dalle centrali di tipo "sempre acceso" e non diversamente accumulabile. In altre parole il bacino di monte viene "ricaricato" durante la notte e le masse d'acqua riportate a monte possono quindi essere riutilizzate nelle ore di maggiore richiesta energetica.

## ENERGIA EOLICA

L'energia eolica è contenuta nel vento sotto forma di energia cinetica e rappresenta una delle fonti su cui maggiormente stanno puntando diversi produttori di energia con investimenti anche ingenti in tutto il mondo.

La **macchina eolica** è uno dei mezzi più antichi per produrre energia meccanica. Dopo la crisi petrolifera degli anni Settanta ebbero notevole sviluppo le ricerche nelle tecnologie alternative basate su fonti rinnovabili.

Oggi la generazione eolica è considerata una delle tecnologie verdi più promettenti, rimanendo pur sempre al di sopra dei costi di un impianto alimentato a combustibile fossile. Rispettare l'ambiente costa sempre di più, anche se il "combustibile" è a costo zero.

Sfruttare il vento non è facile: imprevedibilità nel tempo, variabilità da luogo a luogo, variabilità di intensità, la connessione alla rete elettrica e il rumore sono stati e sono tuttora le principali criticità per la progettazioni di nuovi campi eolici.

I marinai avevano scoperto che una nave avanza più velocemente quando il vento soffia lateralmente che non quando soffia da poppa. La ragione va ricercata nella differenza tra portanza e resistenza aerodinamica. Lungo la vela si sviluppa una notevole portanza aerodinamica quando il vento laterale la investe a elevata velocità relativa. La spinta di un vento di poppa è ridotta a una piccola velocità relativa dal moto della nave. Analogamente, una macchina eolica che sfrutta la portanza può produrre un'energia superiore a quella di una ruota le cui pale sono semplicemente trascinate da una corrente fluida di pari sezione trasversale.

La potenza che può essere estratta da un aerogeneratore dipende dall'area spazzata dalle pale. Quanto il raggio delle pale risulta maggiore, tanto più sarà la potenza disponibile. La potenza dipende anche dal cubo della velocità del vento, rendendo necessaria una conoscenza delle condizioni anemologiche del sito in cui si intende installare un aerogeneratore.

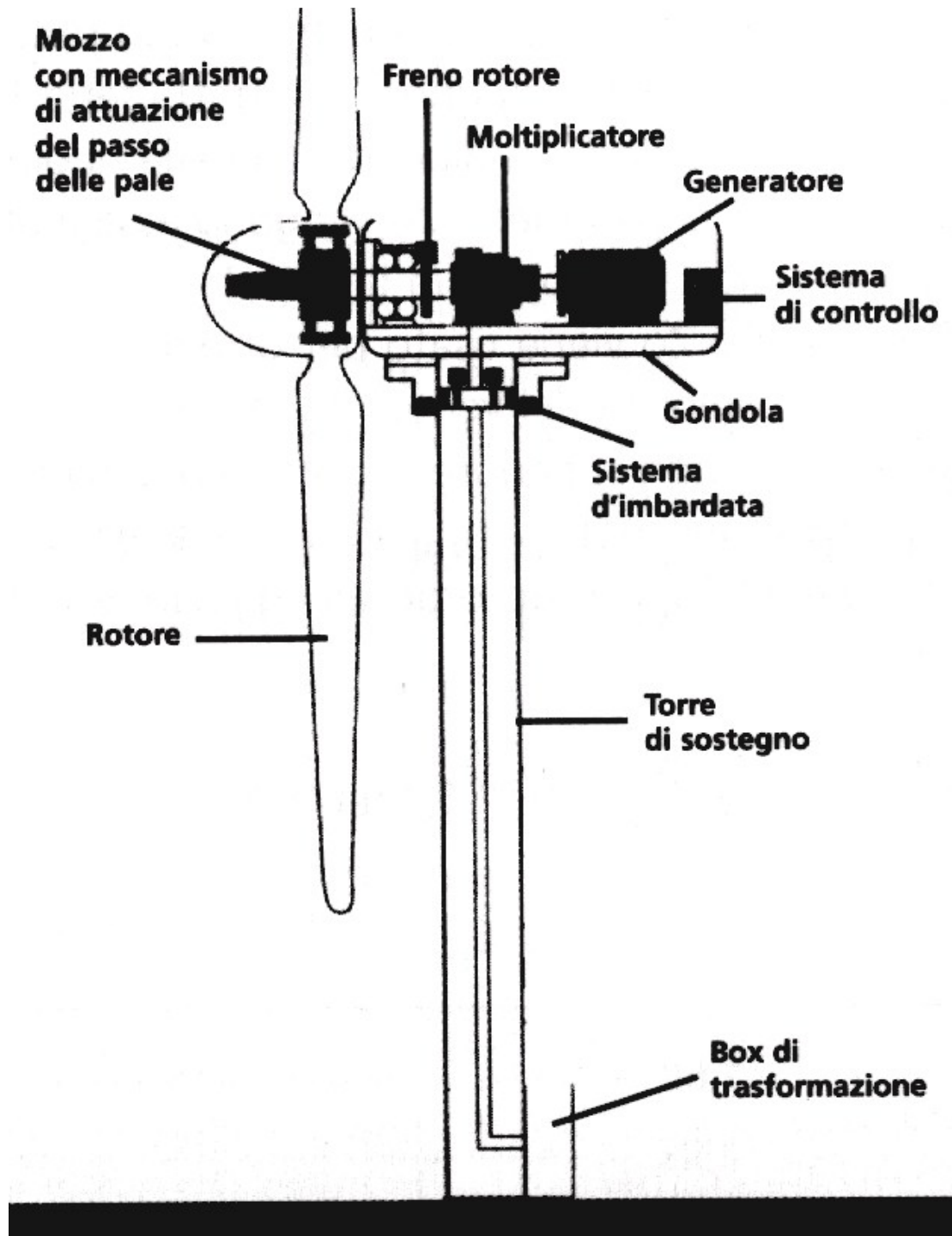
### Configurazione più generale per un aerogeneratore

Le pale (blades) sono installate su un mozzo (hub) insieme al quale costituiscono il rotore (rotor); il mozzo è collegato ad un primo albero, l'albero lento, che ruota alla stessa velocità angolare del rotore. Mediante un moltiplicatore di giri (gearbox), non sempre presente in alcuni recenti modelli di aerogeneratori, l'albero lento è accoppiato ad un albero veloce, sul quale è posto un freno di sicurezza e controllo e a valle del quale è installato il generatore elettrico. Questi componenti sono solitamente collocati in una cabina, detta navicella, a sua volta posizionata su un supportocuscinetto (yaw ring), in maniera da essere facilmente orientabile a seconda della direzione del vento.

Il **sistema di controllo** di una macchina eolica può assolvere a diverse funzioni (in sede di progettazione i costruttori decidono quali sistemi implementare in funzione del target di costo

previsto):

- controllo del passo (pitch regulation)
- controllo dello stallo (stall regulation)
- controllo dell'imbardata (yaw control).



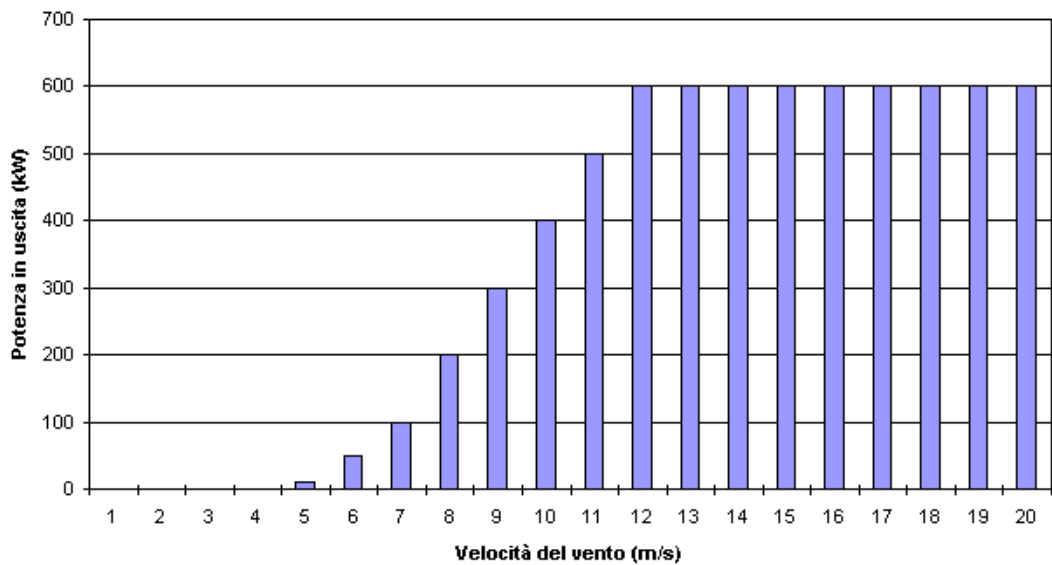
Il controllo del passo (pitch regulation) consiste nella rotazione delle pale attorno al loro asse principale in modo da aumentare o ridurre la superficie esposta al vento al variare della sua velocità. E' così possibile ottimizzare l'angolo di attacco a tutte le velocità del vento garantendo basse velocità di avviamento (cut in wind velocity). Con venti ad alta velocità, l'angolo di pitch è modificato al fine di ridurre l'angolo di attacco e di conseguenza ridurre le forze portanti sulle pale stesse. Tale sistema di controllo consente quindi di

mantenere la potenza di uscita costante anche in corrispondenza di venti ad elevata velocità.

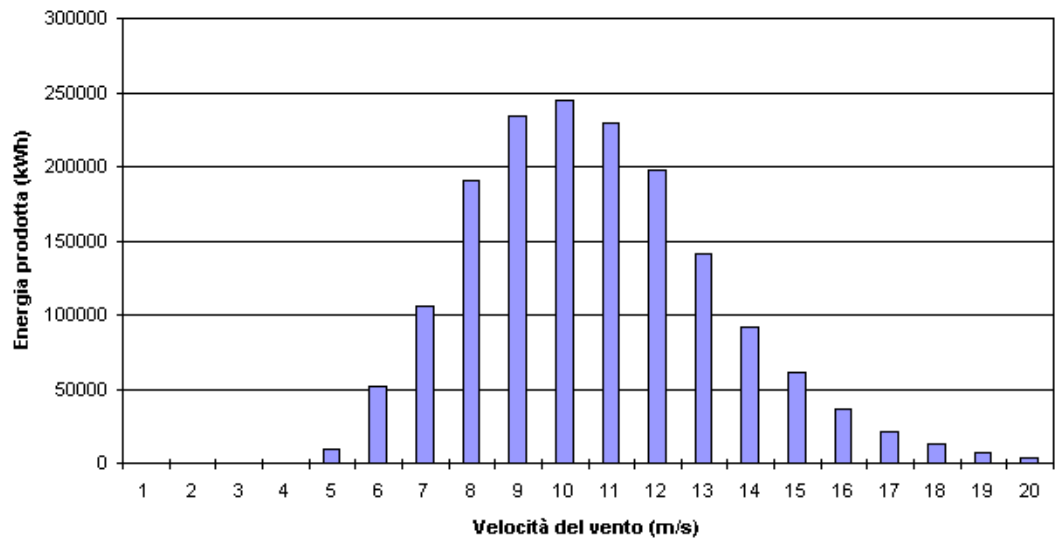
Il controllo della potenza (stall regulation) può anche essere ottenuto, in sede di progettazione, mediante un'opportuna scelta del profilo aerodinamico delle pale.

Il sistema di controllo dell'imbardata (yaw control) consente di orientare la navicella, e quindi l'intero rotore, secondo la direzione del vento. Opportunamente programmato, consente anche di controllare la potenza in uscita.

I primi due sistemi di controllo sono i più diffusi per i generatori eolici; mentre il sistema di pitch regulation è più efficace, il sistema di stall regulation risulta meno costoso.



Andamento della potenza in funzione della velocità del vento: esistono due velocità critiche: la prima è detta **cut in**, al di sotto della quale non si ha produzione di energia elettrica (perché dissipazioni per attrito e magnetizzazione del generatore consumerebbero tutta l'energia prodotta); la seconda detta **cut off**, oltre la quale l'aerogeneratore viene allineato alla direzione del vento per evitare rotture delle pale (vento troppo forte).



Energia elettrica prodotta da un aerogeneratore da 600 kW.

In Italia i siti migliori sono in Sardegna e nel meridione. È necessario che questi impianti vengano localizzati in modo opportuno al fine di minimizzare il loro impatto sugli ecosistemi e sulla fauna selvatica.

## IMPIANTI EOLICI EDISON

	Num. di aerogeneratori	Potenza aerog. MW	MW installati	Anno di esercizio
<b>EMILIA ROMAGNA</b>				
San Benedetto Val di Sambro (BO) - Loc. Monte del Galletto	10	0,35	3,50	1999
<b>TOSCANA</b>				
Montemignaio (AR)	3	0,60	1,80	2001
<b>ABRUZZO</b>				
Castiglione Messer Marino (CH)	44	0,60	26,40	2001
Castiglione Messer Marino Ampliamento (CH)	24	0,66	15,84	2004
Fraine (CH)	15	0,60	9,00	2002
Monteferrante (CH)	41	0,60	24,60	2001
Montazzoli (CH)	16	0,60	9,60	2001
Roccaspinalveti (CH)	23	0,60	13,80	2001
Roio del Sangro (CH)	10	0,60	6,00	2001
Schiavi d'Abruzzo (CH)	15	0,60	9,00	2002
<b>MOLISE</b>				
Ripabottoni (CB)	24	0,66	15,84	2005
Lucito (CB)	17	2,00	34,00	2008
<b>CAMPANIA</b>				
Castelnuovo di Conza (SA)	8	0,60	4,80 (*)	2000
Castelnuovo Conza (SA)	6	1,67	10,02	2007
Foiano (BN) - Loc. Monte Barbato e Toppo Grosso	11	0,60	6,60	2001
Foiano (BN) - Loc. Piano del Casino	16	0,60	9,60	2001
Foiano (BN) Ampliamento	20	0,85	17	2011
<b>PUGLIA</b>				
Castelnuovo della Daunia (FG) - Loc. Casone Romano	10	0,25 e 0,35	2,60	1995
Celle San Vito 1 (FG) - Loc. La Montagna	9	0,35	3,15	1999
Celle San Vito 2 (FG)	7	0,60	4,20	2001
Faeto (FG)	44	0,60	26,40	2002
Orsara la Montagna (FG)	30	0,60	18,00	2001
Rocchetta S. Antonio (FG)	15	0,35	5,25	2000
Volturara Appula e Motta Montecorvino (FG)	19	0,60	11,40	2001
Volturino (FG)	20	0,66 e 0,60	13,08	2004
<b>BASILICATA</b>				
Vaglio di Basilicata (PZ)	20	0,60	12,00	2003
<b>CALABRIA</b>				
Melissa (KR), Strongoli (KR)	25	2,00	50,0	2010
Parco Eolico S. Francesco	13	2,00	26	2011
<b>SICILIA</b>				
Mistretta (ME)	15	2,00	30,00	2010

(\*): 50% con PE Castelnuovo

## ENERGIA SOLARE

Si tratta di una forma di energia prodotta dalla radiazione solare. Si divide attualmente in due gruppi principali.

- **L'energia solare termica:** consiste nella produzione di calore tramite l'irradiazione di condutture dove l'acqua raggiunge temperature elevate e viene poi utilizzata per il riscaldamento delle abitazioni o per la produzione di energia elettrica.
- **L'energia solare fotovoltaica** consiste invece nella trasformazione, mediante appositi moduli fotovoltaici, dell'energia solare in energia elettrica.

La tecnologia fotovoltaica consente di trasformare la radiazione solare in energia elettrica a corrente continua senza parti in movimento.

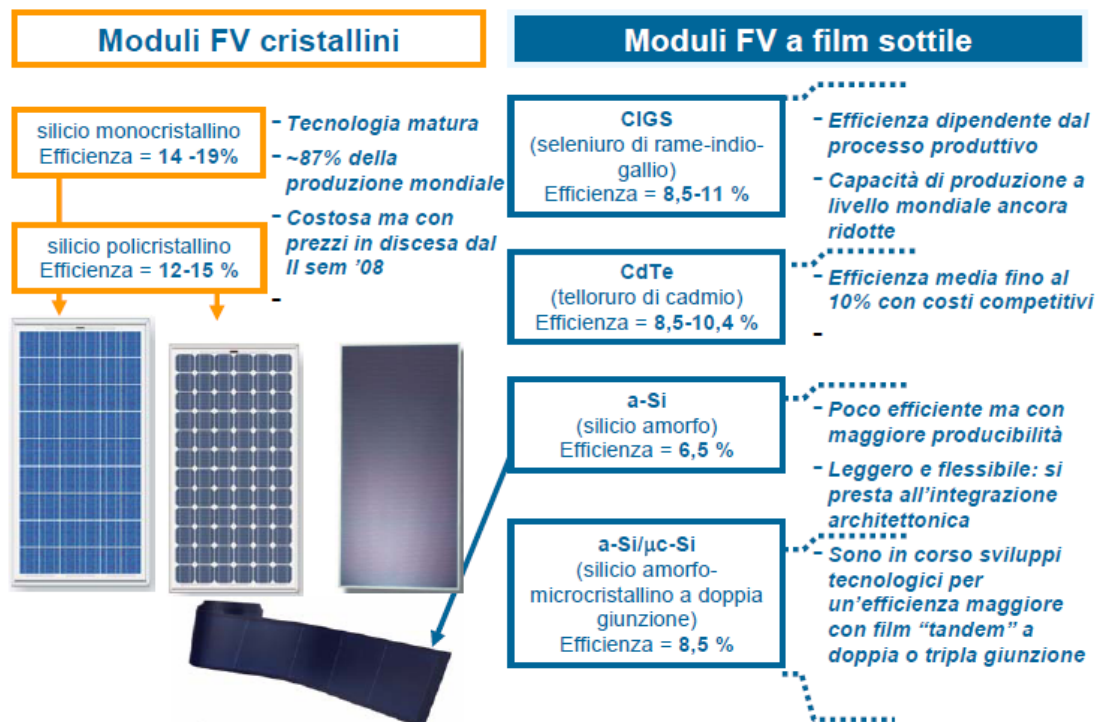
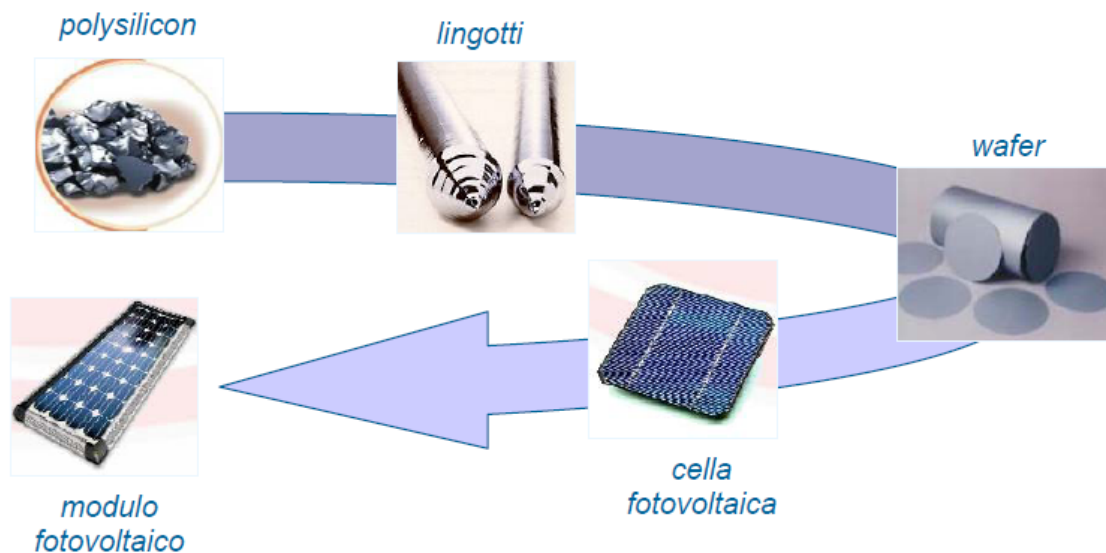
Sfruttata ampiamente per la produzione di energia elettrica sui satelliti, sembra oggi arrivata la svolta per poter essere installata anche in utenze residenziali o industriali e in grandi centrali di produzione di energia elettrica, grazie al miglioramento dell'efficienza di conversione, alla riduzione dei costi e alla modularità. La tecnologia fotovoltaica nasce certamente come produzione decentralizzata dell'energia elettrica.

### Descrizione tecnologia

La cella fotovoltaica, costituente base per la conversione dell'energia solare, è realizzata in materiale semiconduttore. Il semiconduttore permette il verificarsi di due processi simultaneamente: l'assorbimento della luce e la separazione delle cariche elettriche che si creano per eccitazione degli elettroni colpiti dalla radiazione luminosa. Per evitare che parte di queste cariche libere possano ricombinare (ovvero tornare allo stato iniziale), il materiale semiconduttore deve essere particolarmente puro e privo di difetti, di conseguenza costoso.

L'efficienza di conversione dell'energia solare in energia elettrica per i moduli fotovoltaici commercialmente disponibili arriva fino al 14-15% per i moduli in silicio policristallino e fino al 19% per gli impianti in silicio monocristallino. I moduli in film sottile arrivano a toccare un'efficienza massima dell'11% e sono realizzati mediante materiali in grado di riprodurre il comportamento dei semiconduttori (es. telloruro di cadmio, CdTe oppure CIGS, diseleniuro di rame, zinco e gallio).

Poiché le celle fotovoltaiche producono energia elettrica in corrente continua, l'efficienza complessiva di conversione diminuisce di qualche punto percentuale per la presenza dell'elettronica di potenza (inverter e condizionamento della potenza, MPPT) per la conversione in corrente alternata.

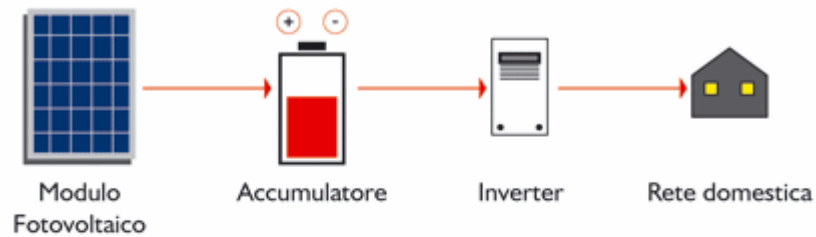


#### Confronto moduli al silicio e moduli in film sottile

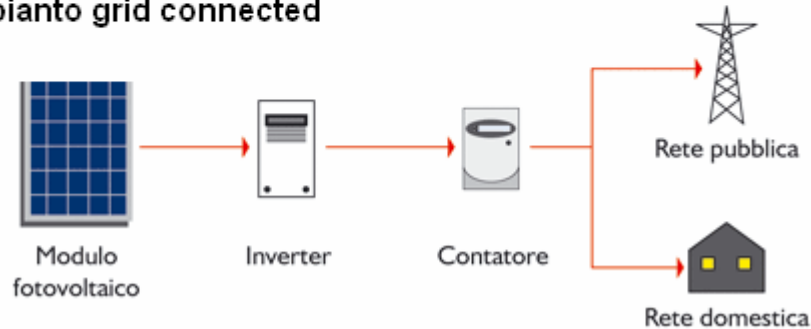
Gli impianti, che normalmente si realizzano, si distinguono in:

- **stand-alone** (isolati), nei quali è necessario integrare nel sistema una batteria di accumulatori (impianto tipico per luoghi difficilmente raggiungibili con la rete elettrica)
- **impianti grid-connected**, i quali sono connessi alla rete elettrica di distribuzione locale (non necessitano di un sistema di accumulo)

## Impianto stand alone



## Impianto grid connected



**DA QUEST'AREA LINK A QUESTE DUE SCHEDE CON RELATIVE FOTO SUI NS IMPIANTI SOLARI**

### 1. ALTOMONTE

Impianto solare di Altomonte (CS)

Con ca. 100.000 mq di superficie impegnata, nel 2009 Edison debutta nel settore del fotovoltaico con il completamento dell'impianto della capacità di 3,3 MW picco ad Altomonte accanto alla centrale a ciclo combinato a gas naturale. E' composto da ca. 16.500 pannelli in silicio cristallino, per una produzione media di 4,4 GWh anno. L'impianto consente un risparmio nelle emissioni di CO2 pari a circa 2.000 tonnellate all'anno.

### 2. TETTO SEDE EDISON

Impianto solare presso la sede di Edison (Milano) Da gennaio 2009 è entrato in esercizio anche l'impianto fotovoltaico installato sul tetto della sede di Foro Buonaparte a Milano. Con una potenza pari a 20 kW, l'impianto è stato realizzato con le più moderne tecnologie disponibili utilizzando moduli in silicio monocristallino. I pannelli sono in grado di assicurare un'efficienza del 17%. L'impianto consente un risparmio nelle emissioni di CO2 pari a circa 10,3 tonnellate all'anno.

## ENERGIA DA BIOMASSE.

Questa tipologia di energia deriva dalla combustione di diversi materiali di origine organica che sono utilizzati come combustibili direttamente o dopo un trattamento.

Si tratta principalmente di residui forestali, scarti industriali, rifiuti solidi urbani, reflui degli allevamenti e alcune specie vegetali coltivate a scopo energetico (principalmente canna da zucchero, barbabietola, mais, soia, pioppo, altro).

Le biomasse possono essere utilizzate in diversi contesti, tra cui, a titolo esemplificativo:

- piccoli impianti domestici per produzione di energia termica (sistema molto utilizzato nelle aree montane in caldaiette);
- in grandi impianti di produzione di energia elettrica tramite motori a combustione interna di derivazione navale alimentati ad olio vegetale liquido;
- impianti di produzione combinata di energia elettrica e calore più grandi al servizio di più utenze e/o a reti di teleriscaldamento mediante biomasse solide (es. cippato di legno);
- presso le aziende agricole che producono liquami zootecnici e li sfruttano per produrre biogas da fermentazione anaerobica per la produzione energia elettrica;
- nelle automobili (come percentuale fra biocombustibile e combustibile tradizionale).