

LO SFRUTTAMENTO DELL'ENERGIA DEL VENTO

ESISTONO DIVERSE TIPOLOGIE DI SISTEMI EOLICI, IN GRADO DI CONVERTIRE L'ENERGIA CINETICA DEL VENTO IN ENERGIA ELETTRICA. NEL TEMPO LO SVILUPPO DEGLI AEROGENERATORI È ANDATO SEMPRE CRESCENDO, CON UNA FORTE SPINTA TECNOLOGICA E OCCUPAZIONALE IN ALCUNI PAESI. NOTEVOLE SVILUPPO HA AVUTO ANCHE IL MINI-EOLICO.

I sistemi in grado di trasformare l'energia cinetica del vento in altra forma direttamente utilizzabile (elettrica, meccanica, idraulica), sono detti sistemi eolici. Tra i vari sistemi eolici qui verrà preso in esame il sistema energia eolica - energia meccanica - energia elettrica, di seguito indicato come Wecs (*wind energy conversion system*). I Wecs possono essere classificati in diversi modi in base alla loro zona di installazione (a terra, *onshore*, o in mare, *offshore*) o al loro tipo di impiego, o alla loro potenza elettrica. Nel caso della classificazione in base al tipo di impiego, i Wecs possono essere allacciati alla rete elettrica (*grid connected*), cioè l'energia elettrica prodotta viene direttamente immessa nella rete elettrica (che pertanto ha la funzione di sistema di stoccaggio dell'energia elettrica prodotta), oppure possono servire ad alimentare utenze isolate (*stand alone*), cioè l'energia elettrica prodotta viene o consumata direttamente o immagazzinata e consumata successivamente, e serve ad alimentare delle utenze non allacciate alla rete. La tipologia di classificazione in base alla loro potenza elettrica, che è di tipo gergale, suddivide le turbine in piccola taglia (micro da 0.1 a 5 kW, mini da 5 a 200 kW) e grande taglia (o classe MW, cioè con potenze maggiori di 200 kW). In realtà, tale ultima classificazione, cioè in base alla potenza del generatore elettrico installato sulla turbina, è fuorviante, in quanto la turbina eolica produce energia elettrica, cioè kWh, a seconda della velocità del vento in funzione dell'area spazzata dalle sue pale e non della potenza del generatore elettrico (v. riquadro a destra). Pertanto, qualora si volesse comparare la turbina eolica a un autoveicolo, la sua "cilindrata"



1

ELEMENTI DI UN SISTEMA PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA EOLICA

Gli elementi costituenti un Wecs sono vento, aerogeneratore o turbina eolica, generatore elettrico, adattatore elettrico, sistema di stoccaggio dell'energia elettrica prodotta (Pallabazzer R., Sistemi Eolici, Rubbettino Editore, 2004):

- *vento*: fenomeno naturale che consiste nel movimento ordinato, quasi orizzontale, di masse d'aria dovuto alla differenza di pressione tra due punti dell'atmosfera derivato dai moti convettivi indotti dal non uniforme irraggiamento solare della terra (fonte: Wikipedia)

- *turbina eolica*: macchina aperta, cioè il cui contorno esterno del flusso è illimitato, che converte l'energia cinetica del vento in energia meccanica. Le turbine eoliche sono costituite da una struttura di sostegno (detta torre o palo di sostegno), da una navicella (contenente il moltiplicatore di giri, il generatore elettrico ecc.) e da un numero variabile di pale (il cui insieme costituisce il rotore) collegate a un albero motore, che può essere orizzontale o verticale, e sono investite da un flusso di fluido (aria) di portata "m" - pari a: $m = r \cdot V \cdot A$ - r = densità del fluido, V = velocità del fluido, A = area spazzata dalle pale della turbina - ed energia cinetica "Ec" - pari a: $Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot r \cdot A \cdot V^3$. Dalla elaborazione di queste e altre equazioni si ricava che la potenza aerodinamica ceduta alle pale della turbina (non è la potenza utile finale, per la quale bisogna considerare anche delle perdite meccaniche ed elettriche che sono però in questa fase trascurabili) è la seguente: $Pr = C_p \cdot r \cdot A \cdot V^3$ - C_p o coefficiente di potenza = Pr/Ec . Tale equazione mostra come la potenza della turbina varia con il cubo della velocità del vento e, quindi, consente di comprendere quanto lo studio della risorsa eolica (velocità media del vento, direzioni prevalenti del vento e indice di turbolenza) sia di fondamentale importanza nel dimensionamento di un impianto eolico e nella stima della producibilità energetica del sistema

- *generatore elettrico*: trasforma l'energia meccanica in energia elettrica

- *adattatore elettrico*: rende direttamente utilizzabile la corrente all'utente finale

- *sistema di stoccaggio dell'energia elettrica prodotta*: questa può essere direttamente immessa in rete, oppure venire immagazzinata per via elettrochimica (batterie, produzione di H₂ ecc.) o meccanica (volani).

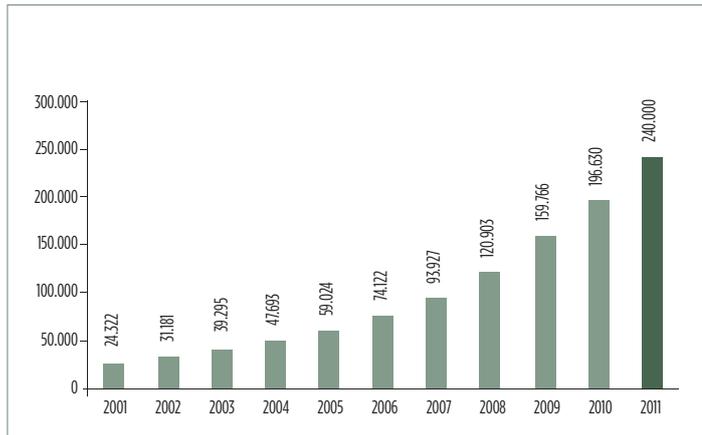
1 Parco eolico onshore con turbine di potenza nominale maggiore di 1 MW.

2 Esempio di turbina mini-eolica ad asse verticale da 1,5 kW.

FIG. 1
EOLICO NEL MONDO

Potenza installata degli impianti eolici nel mondo.

Fonte: Wwea, World Wind Energy Association - www.wwindea.org.



TAB. 1
EOLICO OFFSHORE

Potenza eolica installata offshore nel 2010.

Fonte: Wwea, World Wind Energy Association - www.wwindea.org.

Posizione 2010	Paese	Capacità totale offshore 2010 (MW)	Capacità offshore aggiunta nel 2010 (MW)	Tasso di crescita 2010	Capacità totale offshore 2009 (MW)	Capacità totale offshore 2008 (MW)
1	Regno Unito	1341	653	95%	688	574
2	Danimarca	854	190,4	29%	663,6	426,6
3	Paesi Bassi	249	2	1%	247	247
4	Belgio	198	165	550%	30	30
5	Svezia	164	0	-	164	134
6	Cina	123	100	435%	23	2
7	Germania	108,3	36,3	50%	72	12
8	Finlandia	30	0	-	30	30
9	Irlanda	25	0	-	25	25
10	Giappone	16	15	1500%	1	1
11	Spagna	10	0	-	10	10
12	Norvegia	2,3	0	-	2,3	0
	Totale	3117,6	1161,7	59%	1955,9	1491,6

non è la potenza del suo generatore elettrico, ma l'area spazzata dalle sue pale. Dal punto di vista tecnologico, negli ultimi 30 anni lo sviluppo degli aerogeneratori è stato notevole, fino a raggiungere le attuali elevate affidabilità (disponibilità superiori al 95%) e anche il numero dei parchi eolici installati nel mondo è cresciuto oltre ogni previsione (figura 1). Va sottolineata anche la sempre crescente importanza del settore eolico *offshore* che, grazie alla maggiore ventosità dei siti in mare aperto rispetto a quelli in terra, sta vedendo tassi di crescita importanti (tabella 1). Grazie anche ai continui miglioramenti nel settore dei materiali per pale, il costo dell'energia prodotta da fonte eolica è andato sempre diminuendo e, in parallelo, il diametro delle pale è andato sempre aumentando. In dettaglio, nel caso di turbine di classe MW (potenza nominale superiore a 1 MW) l'energia elettrica prodotta ha costi compresi tra 0,07-0,12 €/kwh (dati

Aper). Va evidenziato che il successo del settore eolico è il risultato di una forte spinta tecnologica e occupazionale avvenuta principalmente in tre paesi: Danimarca, Germania e Spagna (le attuali stime parlano di oltre 100.000 addetti al lavoro nel settore eolico nei soli 3 paesi citati) e, recentemente Stati Uniti, Cina e India. In controtendenza con la sempre crescente potenza e dimensione degli aerogeneratori per diminuire i costi dell'energia elettrica prodotta vi è l'emergente settore micro/minieolico. Anche se la normativa internazionale IEC 61400 divide gli aerogeneratori in micro, mini e maxi in base all'area spazzata dalle pale, per rendere più fruibile il concetto si può dire che i micro-aerogeneratori vengono installati in ambiente urbano su torri di sostegno di altezza inferiore a 10 metri, mentre i mini-aerogeneratori vengono installati in zone industriali, rurali, costiere o aperte



2

su torri di sostegno con altezza compresa tra i 10 e i 30 metri. Il mercato del mini-eolico è molto sviluppato negli Usa e, negli ultimi 24 mesi, sta crescendo nel Regno Unito e in Italia, grazie alla presenza di tariffe incentivanti. In particolare, in Italia il mercato del mini-eolico ha svoltato grazie al decreto legge del 18 dicembre 2008 che attua il comma 150 dell'articolo 2 della legge 244-07 (legge finanziaria del 2008). Con tale decreto, la produzione di energia elettrica da turbine eoliche di potenza nominale compresa tra 1 e 200 kW viene incentivata con 0.30 €/kwh (tariffa omnicomprensiva) e, quindi, con tale decreto l'installazione di una mini-turbina eolica rappresenta un investimento economico/finanziario. In particolare, ove la risorsa eolica lo consente (è fondamentale avere a disposizione un appropriato studio del vento) e la mini-turbina eolica è affidabile e con prestazioni misurate, la sua installazione porta al cliente, oltre a dei vantaggi ambientali, dei benefici economici con tasso interno di rendimento (Tir) di progetto superiori al 7%. In conclusione, grazie al continuo miglioramento della tecnologia degli aerogeneratori, lo sfruttamento dell'energia eolica è una delle modalità per produrre energia elettrica da fonte rinnovabile con il maggiore tasso di crescita, sia per quanto riguarda gli impianti di grande taglia (parchi o campi eolici) che per quanto riguarda gli impianti di piccola taglia (mini e micro-aerogeneratori).

Francesco Matteucci

Direttore Tozzi Nord srl