

Energia eolica.

L'energia eolica è una delle fonti rinnovabili presenti sulla Terra.

Tramite l'utilizzo di generatori eolici è possibile convertire parte dell'energia cinetica presente nel vento in energia elettrica.

Nell'antichità sono esistiti diversi esempi di generatori eolici che trasformavano l'energia eolica in energia meccanica: i primi esempi sono di origine persiana (XVII secolo a.C.) e cinese e venivano usati per scopi di irrigazione e propulsione a vela.

In Europa questa tecnologia giunse intorno al 1100 d.C., al tempo delle Crociate. Sono noti i mulini a vento olandesi e tedeschi utilizzati per pompare l'acqua nei terreni acquitrinosi e macinare il grano.

Tali mulini furono i primi ad avere l'asse di rotazione orizzontale (i primi aerogeneratori erano ad asse verticale), permettendo di sfruttare i venti provenienti da qualsiasi direzione.

Il primo esempio di aerogeneratore moderno risale al 1888, quando Charles Brush realizzò nell'Ohio, U.S.A., il primo "mulino" per produrre energia elettrica (il suo generatore aveva 144 pale, un diametro del rotore di 17 m e una potenza di 12 kW).

Successivi sviluppi portarono Paul La Cour a realizzare in Danimarca nel 1891 il primo modello di aerogeneratore "moderno", a 4 pale rotanti ad elevata velocità con una potenza di 25 kW. Contemporaneamente, fu fondata ad Askov (U.S.A.) la prima scuola per ingegneri eolici.

Fino al termine della Seconda Guerra Mondiale, Stati Uniti e Danimarca furono le due nazioni ad investire maggiormente in questa tecnologia: a partire dal dopoguerra, molte altre nazioni europee iniziarono ad impiegarla, facendo sì che ad oggi l'Europa sia la prima utilizzatrice di energia eolica al mondo. In tabella sono riportati i valori di potenza eolica installata nel 2003 e nel 2007 per area geografica mondiale:

Area	Potenza installata nel 2003 [MW]	Potenza installata nel 2007 [MW]
Europa	28706	55941
Nord America	6653	13223
America Centrale ed America Latina	244	1844
Asia	2368	6410
Australia e Nuova Zelanda	375	1475
Africa	173	623
Altri	11	534
TOTALE	38530	80050

In Europa, i Paesi con la maggior potenza installata nel 2003 erano, nell'ordine, Germania (14609 MW), Spagna (6202 MW) e Danimarca (3110). In quel periodo, in Italia erano installati aerogeneratori per una potenza complessiva pari a 904 MW, valore simile a quello dell'Olanda.

L'energia eolica dipende ovviamente dal vento.

Sulla Terra sono presenti dei venti cosiddetti globali che governano il movimento delle masse d'aria in quota.

Tali venti sono generati a partire dall'energia solare che investe la Terra: certe zone del Pianeta (la fascia equatoriale) si surriscaldano maggiormente di altre, causando così un movimento circolatorio tra i poli e l'equatore. Circa il 2% dell'energia solare che investe il Pianeta sotto forma di radiazione è trasformata in energia eolica.

A questo effetto occorre sommare quello delle forze di Coriolis dovuto alla rotazione della Terra sul proprio asse. Nell'emisfero Nord, il movimento delle masse d'aria ad alta quota (aria calda che si

sposta dall'equatore verso il polo) è deviato verso l'Est, mentre quello delle masse d'aria a bassa quota (aria fredda che si sposta dal polo verso l'equatore) è deviato verso Ovest.

Nell'emisfero Sud accade esattamente il contrario.

Per ottenere la situazione reale occorre considerare altri due fenomeni: il variare delle stagioni, dovuto al movimento relativo della Terra rispetto al Sole, e la presenza di masse continentali ed oceaniche con diversa capacità calorifica.

I venti globali vengono inoltre influenzati da effetti locali, quali la geografia del suolo, generando così dei venti locali che possono avere caratteristiche distinte.

Lo studio locale del comportamento dei venti è fondamentale per capire se un sito può essere appetibile per installare un campo eolico.

Svariati altri elementi concorrono per la scelta di un luogo, tra i quali la distanza da centri abitati, rugosità del terreno, e la presenza di elementi che potrebbero modificare il comportamento del vento (colline, montagne, foreste, laghi, mari, ecc).

Inoltre, al fine di evitare che i vari aerogeneratori si influenzino l'un l'altro, è necessario disporre di vasti appezzamenti di terreno.

I generatori eolici moderni sono di derivazione aerospaziale, ed in particolare hanno diversi elementi in comune con la tecnologia impiegata sugli elicotteri (in termini estremamente semplicistici, non c'è nessuna differenza tra un generatore eolico ed un elicottero in auto-rotazione).

Gli aerogeneratori vengono classificati secondo una serie di parametri, alcuni descritti nel seguente elenco:

- Posizione dell'asse del rotore: verticale (utilizzati per applicazioni particolari, ad esempio in impianti di generazione termico-eolici) o orizzontale (la maggior parte).
- Potenza: da alcuni kW fino ad alcuni MW.
- Numero di pale: da 1 (raro) fino ad una decina. Normalmente si utilizzano generatori a tre pale per massimizzare l'efficienza.
- Tipo di pala: rigida o flessibile, a seconda del materiale impiegato.
- Sistema di orientazione attivo o passivo del generatore: nel primo caso, il generatore si orienta nella direzione migliore per massimizzare l'energia cinetica estratta dal vento utilizzando degli attuatori dedicati (motori elettrici). Nel caso di controllo passivo il generatore si orienta sfruttando un sistema simile ad una deriva nautica e la superficie del rotore rimane costantemente perpendicolare alla direzione del vento.
- Le pale del rotore possono essere fisse oppure mobili, nel senso che è possibile variarne il passo.
- Tipo della torre: rigida o flessibile, a seconda del materiale impiegato (acciaio, cemento o cellulosa).
- Tipo di sistema di frenatura del rotore: aerodinamico e/o meccanico.
- Dimensione del rotore e altezza della torre: in entrambi i casi si va da alcuni metri fino a svariate decine di metri (alcuni rotor hanno un diametro di oltre 40 m).

Come si evince dal parziale elenco riportato esistono generatori più o meno complessi, a seconda dell'applicazione desiderata.

Esistono svariate teorie fisiche in grado di predire la quantità di energia cinetica che è possibile estrarre in determinate condizioni con un generatore eolico.

Alcune di queste teorie sono molto complesse e presentano l'inconveniente di richiedere elevati tempi di calcolo, ma permettono predizioni estremamente "sicure". Un esempio in questo senso sono le equazioni di Navier-Stokes che permettono lo studio del comportamento di qualsiasi fluido in modo preciso ma possono richiedere anche mesi o anni per essere risolte.

Utilizzando teorie più semplici (come quella della teoria della Quantità di Moto) si ottengono comunque risultati interessanti, tra cui il limite di Betz, per cui è possibile estrarre al massimo il 60% dell'energia cinetica del vento tramite un aerogeneratore.

Altre teorie impiegate nello studio del comportamento di un generatore eolico sono quelle del

Momento Cinetico e dell'Elemento di Pala o una loro combinazione.

L'energia eolica rappresenta una delle fonti rinnovabili più interessanti grazie ai costi in diminuzione ed al continuo miglioramento dei materiali impiegati. Inoltre, non ha il limite dell'energia solare di poter funzionare solo in determinati momenti.

(C.N.)