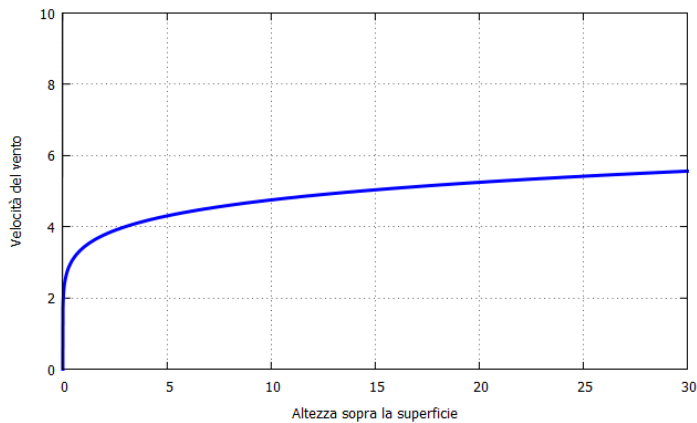


Dimensionamento elementi strutturali aerogeneratore

Passi per la progettazione di un aerogeneratore (mulino a vento)

1. Si determina le velocità media del vento disponibile nella località di installazione
2. In base all'utilizzo si determina la potenza richiesta
3. Si sceglie il tipo di palettatura
4. Si calcola il rendimento
5. Si calcolano le dimensioni degli elementi meccanici.

Velocità media



v_1 è la velocità all'altezza h_1

v_2 è la velocità all'altezza h_2

$$v_2 = v_1 \cdot \left(\frac{h_2}{h_1} \right)^{0,143}$$

Potenza di una vena fluida

$$P = F \cdot v$$

$$F = p \cdot A$$

$$p = \frac{1}{2} \rho \cdot v^2$$

P è la potenza disponibile

v è la velocità media della vena d'aria in $\frac{m}{s}$

p è la pressione dell'aria

A area della vena d'aria

ρ massa volumica aria $\rho = 1,24 \frac{kg}{m^3}$

Si ottiene:

$$P = 0,62 \cdot v^3 \cdot A$$

Questa è la massima potenza che teorica è possibile ottenere da una vena d'aria

Potenza ottenibile

La potenza posseduta dall'aria può essere trasmessa alla pala solo parzialmente (l'aria va via con una certa velocità)

La potenza che teoricamente si può ottenere è il 59,26% della posseduta

La potenza che realmente si può avere deve tenere conto anche del rendimento del mulino che varia da un 25% ad un 70%

La potenza effettiva sarà:

$$P_{ef} = 0,62 \cdot v^3 \cdot A \cdot \eta$$

dove η è il rendimento del mulino e varia da un 15% ad un 40% (prodotto tra 59% e 25% = 70%)

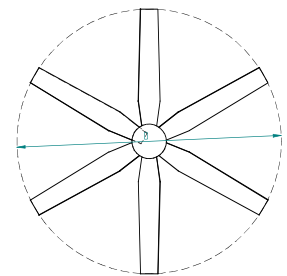
Nel caso di aerogeneratore ad asse orizzontale l'area A è l'area frontale della girante

Rapporto di velocità γ

Chiamando u la velocità di un punto della girante e ricordando che V è la velocità del vento la relazione

$$\gamma = \frac{u}{V}$$

è detta rapporto di velocità.



La u può essere calcolata in un punto qualsiasi della pala, assume valore massimo all'estremità e minimo sul mozzo, nel calcolo si utilizza il valore massimo (la u è calcolata alla estremità della pala).

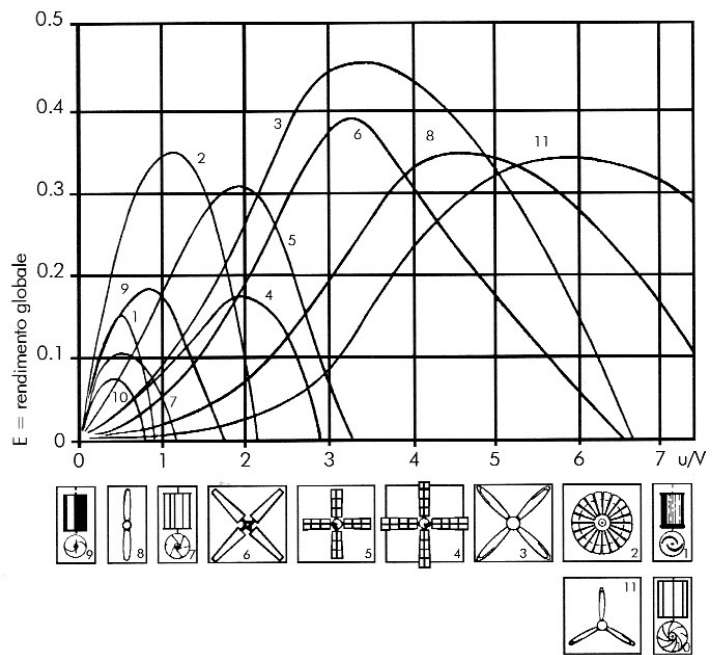
I valori tipici di u sono:

- ~ tra 1 e 2 per mulini lenti (multipala)
- ~ tra 5 e 8 per mulini veloci (due o tre pale)

Rendimento Aerogeneratore

Il rendimento globale dell'aerogeneratore può essere ricavato dal rapporto di velocità mediante il diagramma riportato a lato

Per un aerogeneratore di tipo 2 si ha rendimento massimo di circa 0,35



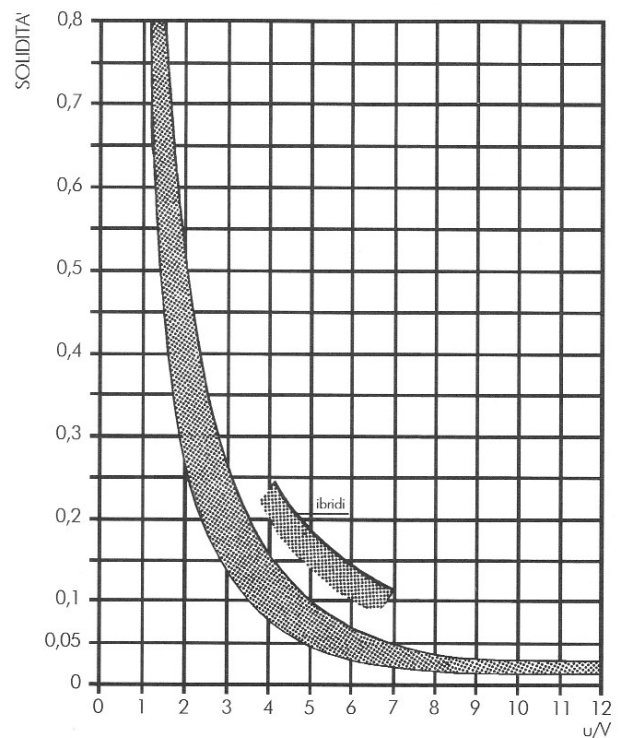
Area delle pale: Solidità

Relativamente alla girante si possono definire due aree

- ✓ A è l'area frontale, utilizzata per calcolare la potenza
- ✓ B è l'area totale di tutte le palette

$$s = \frac{B}{A}$$

il diagramma a lato lega la solidità con il rapporto di velocità



Il numero di pale ottimale

Il numero ottimale di pale può essere ricavato dalla tabella

u/V	n° pale
1	6 ÷ 20
2	4 ÷ 12
3	3 ÷ 6
4	2 ÷ 4
5 ÷ 8	2 ÷ 3
8 ÷ 15	1 ÷ 2

Spinta del vento

La spinta è la forza che agisce sul mozzo della palettatura

La spinta, quando le pale sono in moto si può ricavare con buona approssimazione dalla relazione

$$S = 0,064 \cdot V^2 \cdot A \quad [daN]$$

dove

S è la spinta totale del vento sulla girandola in daN

V è la velocità del vento in m/s

A è l'area frontale del mulino in m^2

La spinta S_1 sulla singola pala si ottiene dividendo la spinta S per il numero di palettatura

Se la pala è ferma la spinta S' si ricava dalla relazione

$$S_1' = 2 \cdot s \cdot S_1$$

dove s è la solidità

Coppia sull'asse

La coppia agente sull'asse a regime può essere calcolata con la formula

$$M = 0,5 \frac{D \cdot P}{(u/V) \cdot V}$$

M è la coppia in Nm

P è la potenza in watt

D è il diametro della girandola

u/V