

# Le energie alternative: Energia Eolica

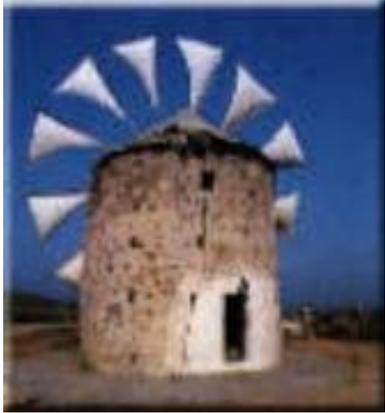
*Aurelio Agliolo Gallitto*

*Dipartimento di Scienze Fisiche ed Astronomiche*



# L'energia del vento: un po' di storia

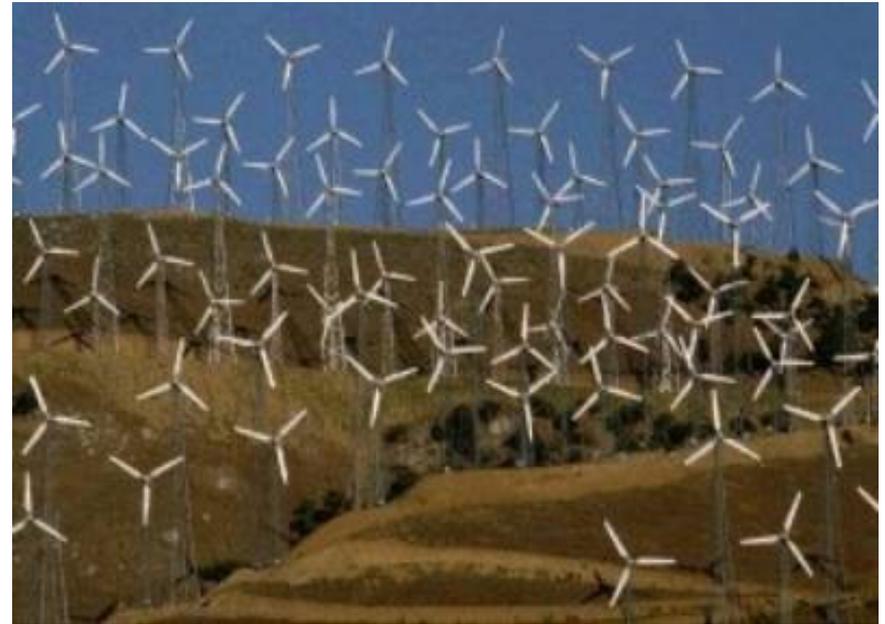
Ieri



Oggi



Domani



# Un po' di teoria: L'equazione di Bernoulli

## Energia cinetica

È l'energia che possiede un corpo di massa  $m$  che si muove con velocità  $v$  ed è uguale a

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

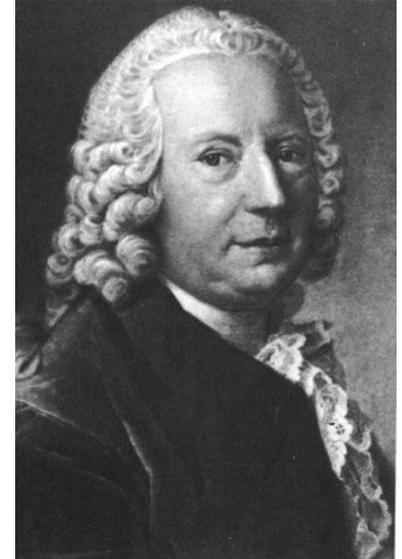
## Energia cinetica per unità di volume

Nei fluidi, liquidi e gas, è conveniente parlare di energia cinetica per unità di volume

$$k = K/V = \frac{1}{2} \rho v^2 \text{ dove } \rho = m/V \text{ è la densità del fluido}$$

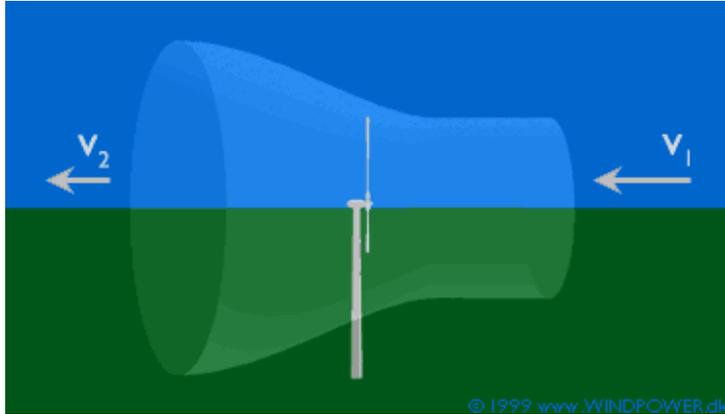
L'eq.ne di **Bernoulli** dice che in un fluido che si muove in regime stazionario l'energia meccanica per unità di volume si conserva

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h = \text{costante}$$



Daniel Bernoulli  
(1700 – 1782)

# Potenza meccanica del vento



Tubo di flusso di aria che incide sulle pale del rotore

Applicando l'eq.ne di Bernoulli, si ha

$$P_1 + 1/2 \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + 1/2 \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

L'energia che si può estrarre dal flusso di aria è

$$\Delta k = 1/2 \rho (v_1^2 - v_2^2)$$

La potenza  $W$  estratta risulta essere

$$W = 1/2 S \rho' (v_1^2 - v_2^2)$$

dove  $S \rho'$  è la massa di aria che attraversa il rotore nell'unità di tempo.

<http://www.windpower.org/en/core.htm>

# Potenza meccanica del vento (II)

La potenza meccanica fornita al rotore è  $W = F v$   
dove  $v$  è la velocità del vento in corrispondenza del rotore.

La forza è data dalla variazione della quantità di moto

$$F = m' (v_1 - v_2)$$

$$\text{Quindi, } W = m' (v_1 - v_2) v = S \rho' (v_1 - v_2) v$$

Uguagliando le due eq.ni per la potenza, otteniamo

$$1/2 S \rho' (v_1^2 - v_2^2) = S \rho' (v_1 - v_2) v$$

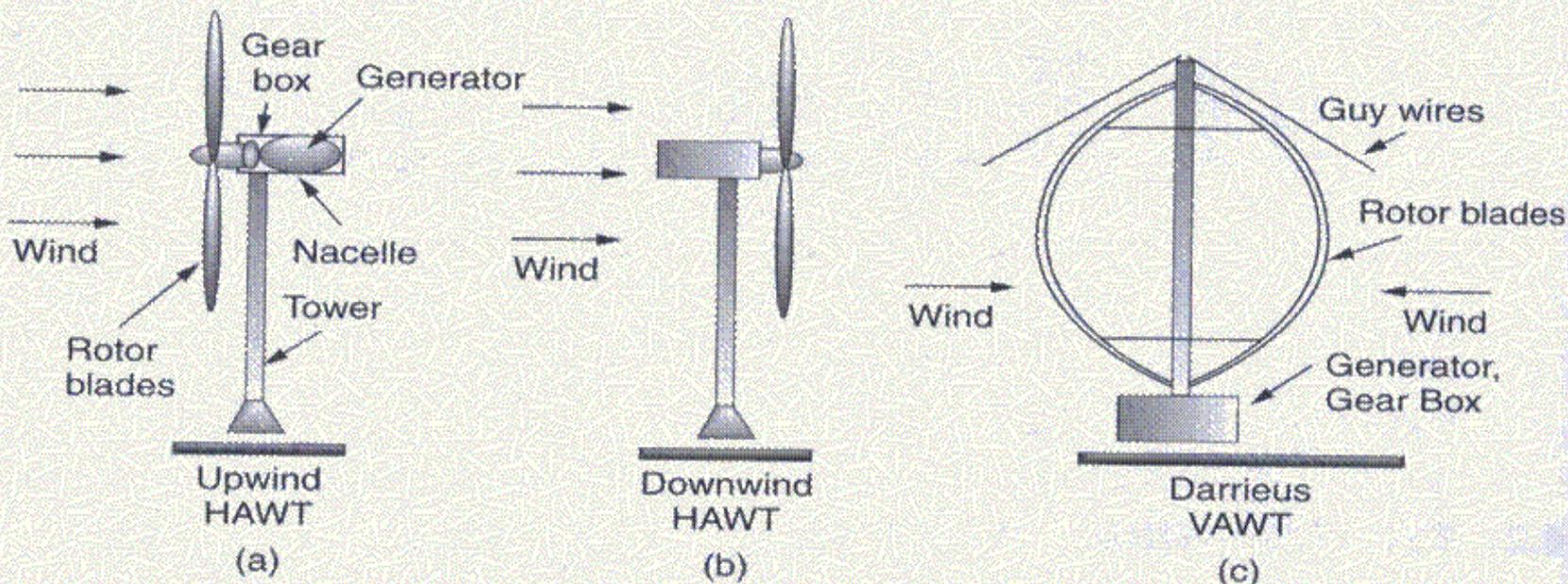
$$\text{e quindi } v = (v_1 + v_2)/2$$



Leistung, welche wir mit einem Windrade von  $D$  m Durchmesser bei einer Windgeschwindigkeit  $v$  m/sek dem Winde entziehen können, ist demnach

$$L_{\max} = \frac{16}{27} \cdot \frac{\rho}{2} v^3 \cdot \frac{D^2 \pi}{4} \text{ mkg/sek}$$

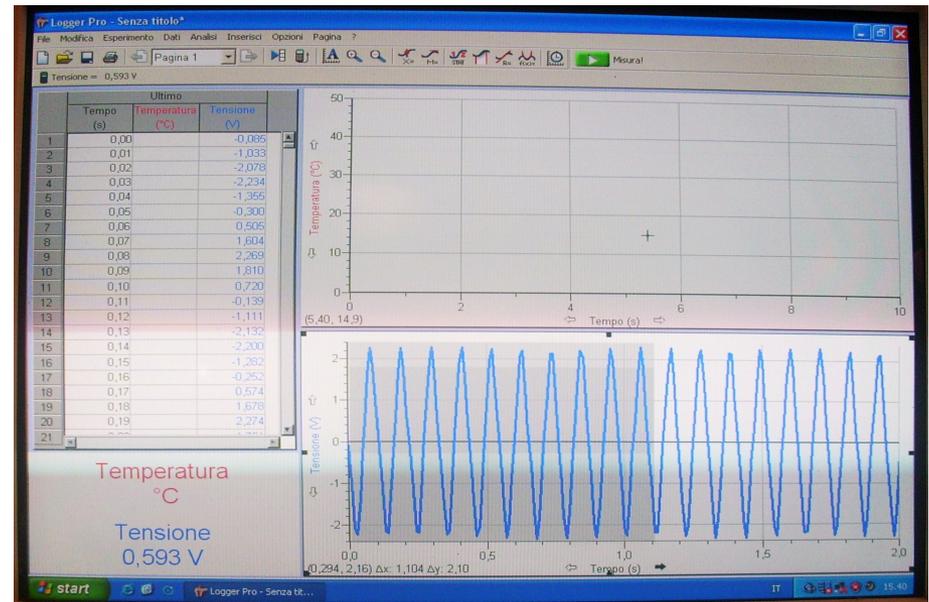
# Classificazione turbine eoliche



**Asse orizzontale**

**Asse verticale**

# Energia Eolica: Esperimento in Laboratorio



*Esperienza di conversione dell'energia eolica in energia elettrica:  
apparato sperimentale e rappresentazione grafica dei dati.*



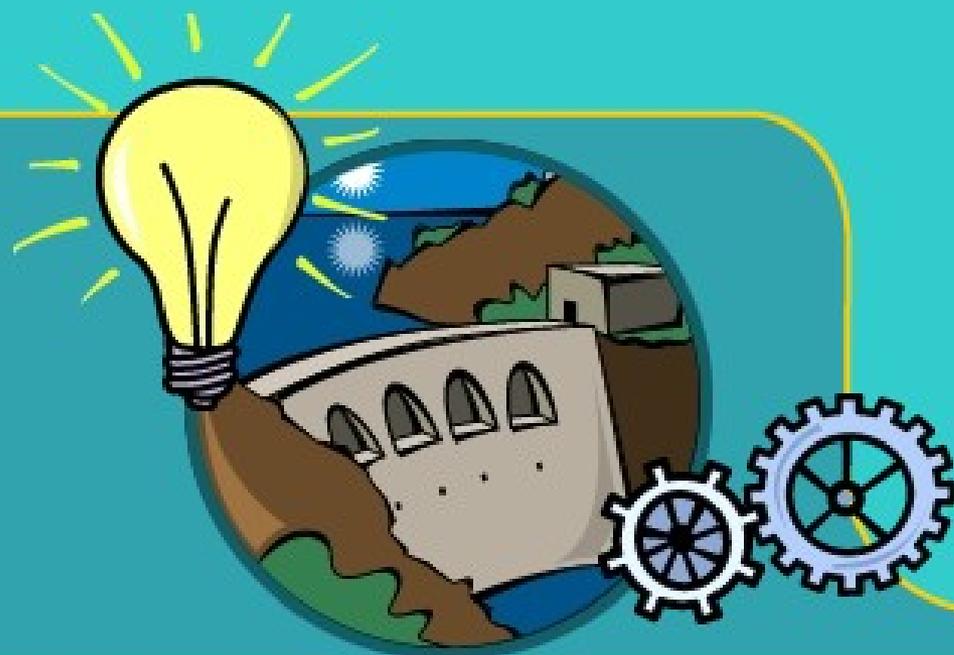
*Ministero dell'Istruzione  
dell'Università e della Ricerca*



Istituto Nazionale per la Fisica della Materia

**PROGETTO FORMATIVO MULTIMEDIALE PER LA SCUOLA DELL'OBBLIGO:**

# **La conquista dell'*ENERGIA***



**Responsabile scientifico**  
**Roberto Fieschi**

**Commisione di verifica**  
**Mario Fierli**  
**Giuseppe Marucci**  
**Angela Palamone**  
**Giuseppe Ciri**  
**Maria Grazia Dondi**