

Piano Energetico regionale 2011-13
Seminario Tematico su “Energia & Ricerca”
Bologna 29 novembre 2010

Minieolico 1/2

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ENERGETICO DI UN SITO

Ing. Claudio Rossi

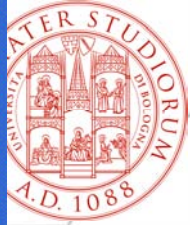
Dip. Ingegneria Elettrica- DIE

Università di Bologna

CIRI- Meccanica Avanzata e Materiali

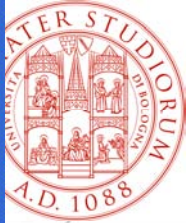
UO - Automazione Robotica e Meccatronica





INDICE

- 1. Mappe del vento**
- 2. Campagna anemometrica**
- 3. Scelta turbina**
- 4. DIE - servizio di misura e calcolo**



1. Mappe del vento

Risorsa vento in Italia

Italia

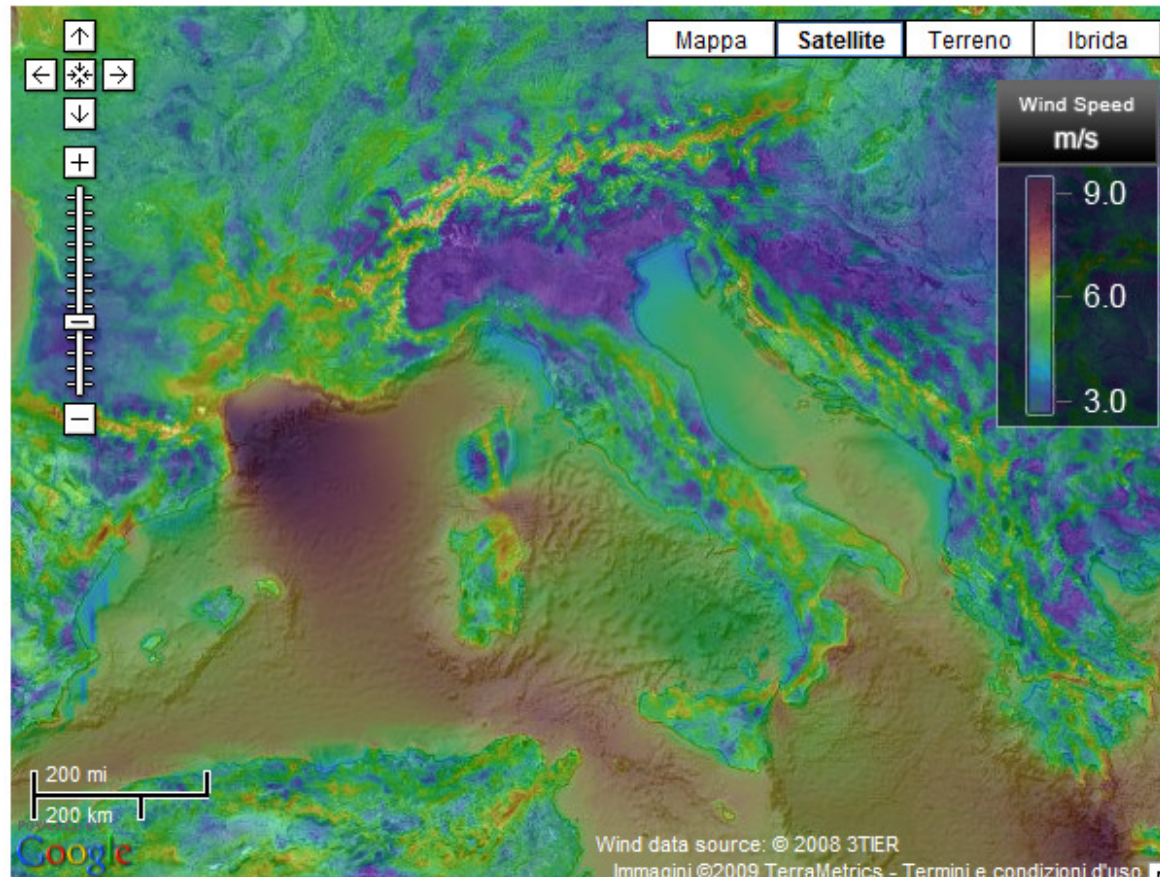
Altezza torre **20m**

CARATTERISTICHE:

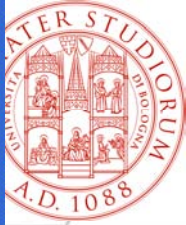
bassa ventosità media
(soprattutto al Nord)

Zone con ventosità
medie elevate:

- ▶ Appennino centrale e meridionale, sia lungo la dorsale che nelle vallate
- ▶ Sardegna, Sicilia



From: <http://firstlook.3tiergroup.com/>



1. Mappe del vento

Addensamenti

Caratteristiche geografiche che favoriscono l'**addensamento** delle masse d'aria (colline, valli, montagne)

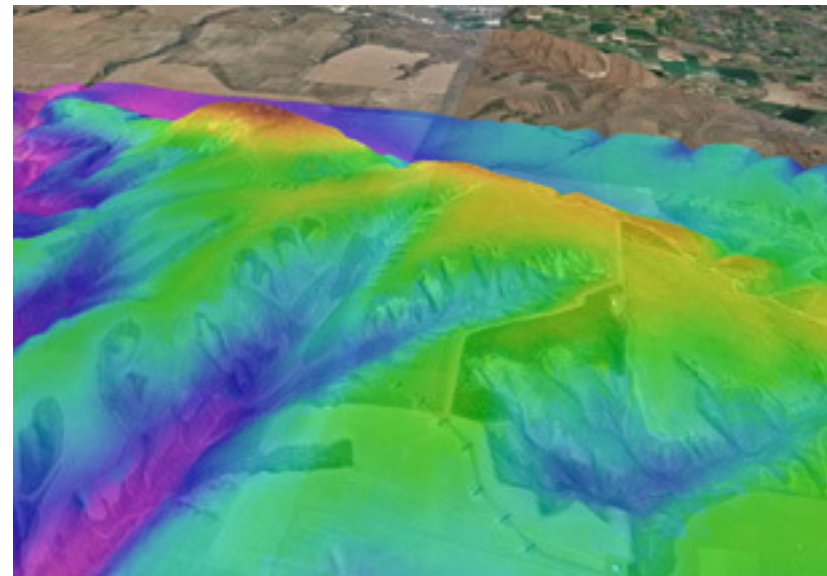
Molte aree, di piccola estensione con queste caratteristica nell'Appennino.



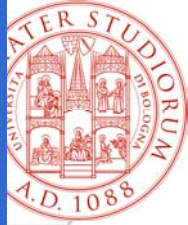
MICRO POTENZIALE DIFFUSO SUL TERRITORIO



necessità di verifica del potenziale energetico **mediante campagna di misurazione in-sito.**



From: <http://firstlook.3tiergroup.com/>



2. Campagna anemometrica

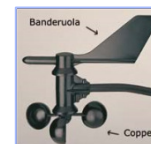
TECNICHE DI LOCALIZZAZIONE DI TERRENI VENTOSI

- **Conoscenza diretta del territorio (agricoltori, proprietari terrieri)**
- **Analogie con siti simili**
- **Indicatori naturali (alberi, vegetazione)**
- **Orografia del terreno (vallate o creste montuose)**
- **Dati storici**
- **Mappe del vento**

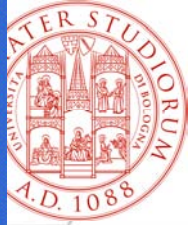
ACCURATEZZA DELLA STIMA

5%
10%
15%
20%
30%
40%

FINO AL 90%



- **CAMPAGNA DI MISURA ANEMOMETRICA**



2. Campagna anemometrica

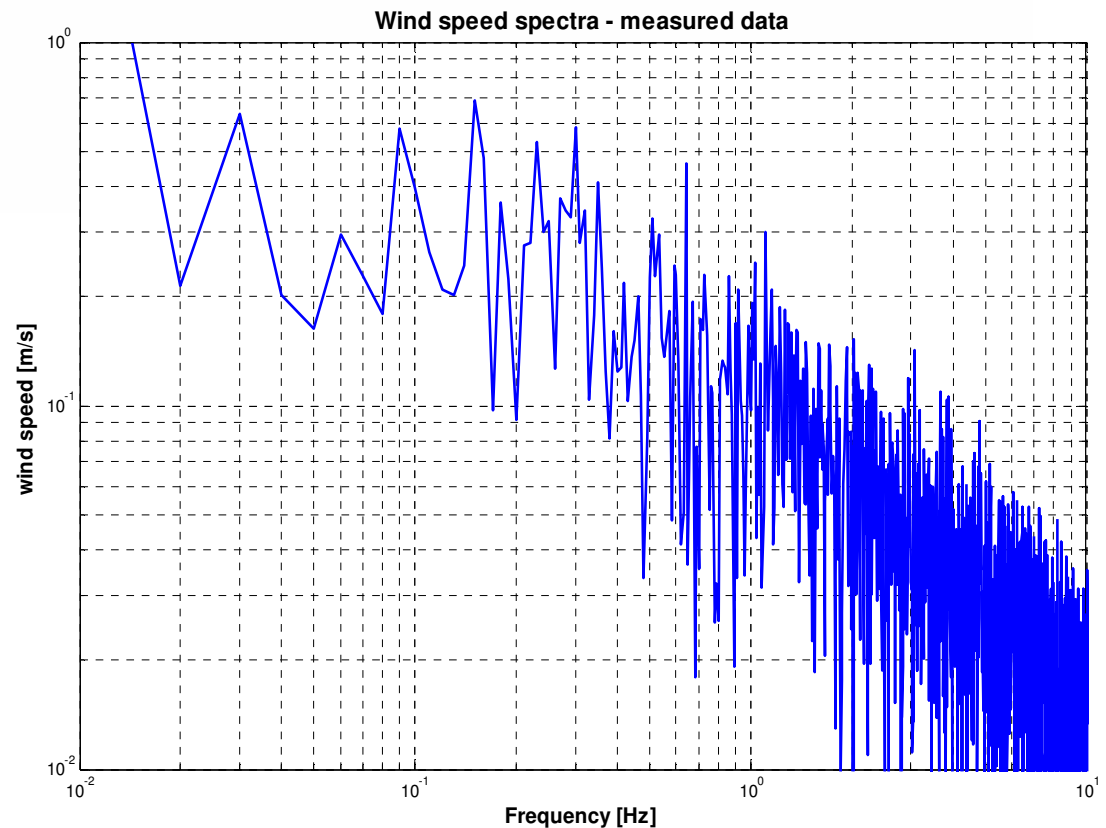
Spettro della velocità del vento

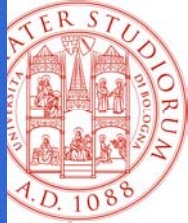
Le componenti di velocità di vento a frequenze tra 10mHz ed 1 Hz:

- sono significative da un punto di vista energetico
- Classificano il sito in funzione della turbolenza



E' indispensabile che l'anemometro acquisisca anche queste frequenze.





3. Scelta turbina

Accoppiamento vento - turbina

Manufacturer		Cleanfield Alternative Energy Inc.	
Primary location		1404 Cormorant Road, Unit #6 Ancaster, Ontario L9G 4V5 CANADA	
Website		www.cleanfieldenergy.com	
Product name		V3.5	
Axis orientation	Vertical	Turbine type	Darrieus
Rated power [kW]	3,5	Rated wind speed [m/s]	12,5
Rotor diameter [m]	2,75	Rated rotating speed [rpm]	170
Number of blades	3	Price [€]	14050
Rotor weight [kg]	245	Gear ratio	
Blades materials	Reinforced fiberglass	Generator type	3phase - PMG
Mechanical driveline		Survival wind speed [m/s]	45
Cut-in speed [m/s]	3	Cut-out speed [m/s]	
Notes	Good for roof or building inside city installation		

Manufacturer		Cyclone Green Power Inc.	
Primary location		1420 Dolly Varden Way, Qualicum Beach, British Columbia V9K2S4-CANADA	
Website		http://www.cyclonewindgenerators.com/	
Product name		Cyclone 3.2 KW	
Axis orientation	Horizontal	Turbine type	Upwind
Rated power [kW]	3,2	Rated wind speed [m/s]	12
Rotor diameter [m]	4	Rated rotating speed [rpm]	270
Number of blades	3	Price [€]	5400
Rotor weight [kg]	229	Gear ratio	
Blades materials	Fiber glass reinforced epoxy	Generator type	3-Phase PMG
Mechanical driveline		Survival wind speed [m/s]	39
Cut-in speed [m/s]	2,5	Cut-out speed [m/s]	
Notes	Output Voltage 48, 250, 380 V		



Manufacturer		Braun Windturbinen GmbH	
Primary location		Sudstrasse 19, D-57583 Nauroth- GERMANY	
Website		http://www.braun-windturbinen.com/	
Product name		Antaris 3.5KW	
Axis orientation	Horizontal	Turbine type	Upwind
Rated power [kW]	3,5	Rated wind speed [m/s]	12
Rotor diameter [m]	3,50	Rated rotating speed [rpm]	550
Number of blades	3	Price [€]	6290
Rotor weight [kg]	40	Gear ratio	None
Blades materials	Fiber glass/Carbon fiber laminate	Generator type	3-Phase PMG(NdFeB)
Mechanical driveline	Direct Drive	Survival wind speed [m/s]	
Cut-in speed [m/s]	2,5	Cut-out speed [m/s]	
Notes	Output Voltage 0-1000 VDC (3500W at 550 rpm and 430 VDC)		





3. Scelta turbina

Campagna anemometrica – altre informazioni

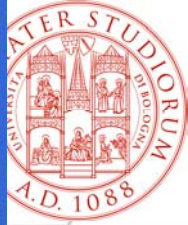
1. Mappa della direzione del vento

2. Grado di turbolenza (variazioni repentine di velocità di vento)

3. Altri dati climatici (temperatura, precipitazioni, ecc...)



Scelta della turbina idonea



4. DIE - servizio di misura e calcolo

CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO:

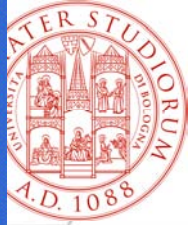
MISURA DELLA VELOCITÀ DEL VENTO

- **risoluzione** 0.1 m/s
- **precisione** 3%
- **periodo di campionamento:** 10 s
- **campioni acquisiti in un anno** 3 milioni per ogni misura (circa 1.5Gbyte)
- **errore sulla varianza** <3% con riferimento ad un profilo di vento perturbato tipico (v. pag. 9)

ALTRE CARATTERISTICHE

- **Misura direzione del vento**
- **Misura temperatura**
- **Misura irraggiamento solare medio**
- **Salvataggio dati su SD**
- **Alimentazione con batterie al Litio o pannello fotovoltaico**
- **Autonomia da 1 a 12 mesi**
- **Altezza anemometro 12mt.**





4. DIE - servizio di misura e calcolo

PRINCIPALI OUTPUT DEL SERVIZIO

- vento medio
- turbolenza media
- **distribuzione di probabilità** di velocità di vento
- direzione del vento prevalente
- altri dati riguardanti le caratteristiche di vento: raffiche, turbolenze
- calcolo **dell'energia specifica disponibile**
- calcolo della distribuzione dell'energia specifica disponibile
- valutazione **tecnico-economica** dell'installazione di turbine nel sito monitorato, mediante utilizzo di un data-base contenente le caratteristiche e le power-curve di 220 turbine mini-eoliche esistenti sul mercato.

www.energyhunters.it

**Piano Energetico regionale 2011-13
Seminario Tematico su “Energia & Ricerca”
Bologna 29 novembre 2010**

Minieolico 2/2

TECNOLOGIE PER LA CONVERSIONE ELETTROMECCANICA

Ing. Claudio Rossi

Dip. Ingegneria Elettrica- DIE

Università di Bologna

CIRI- Meccanica Avanzata e Materiali

UO - Automazione Robotica e Meccatronica

Giorgio Lucchi

Lucchi R. Elettromeccanica s.r.l.





GENERAZIONE EOLICA – *tecnologie per la conversione elettromeccanica*

1. TECNOLOGIE PER LA CONVERSIONE ELETTROMECCANICA

Configurazione di aerogeneratore

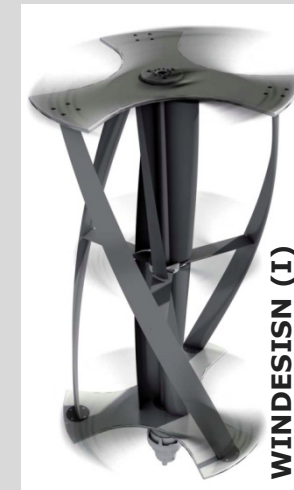
Asse verticale



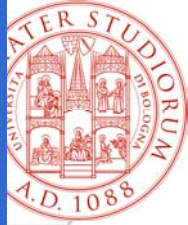
SAVONIUS



DARREIUS



SAVONIUS- DARREIUS

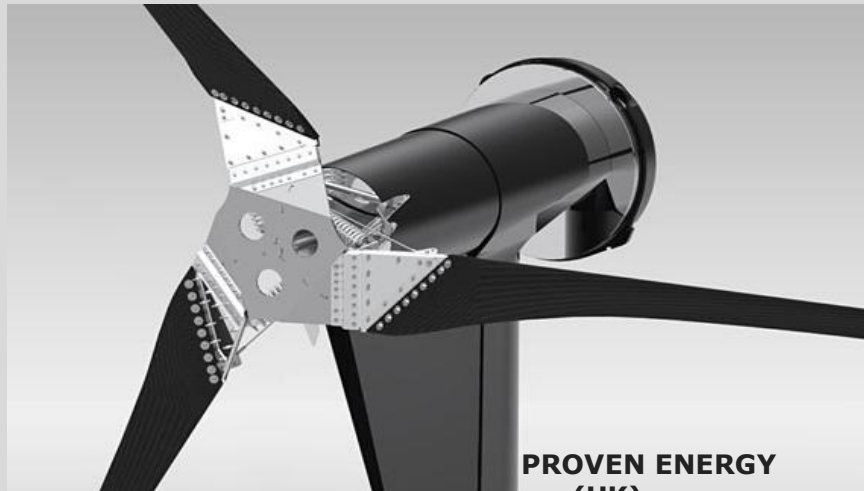


GENERAZIONE EOLICA – *tecnologie per la conversione elettromeccanica*

1. TECNOLOGIE PER LA CONVERSIONE ELETTROMECCANICA

Configurazione di aerogeneratore

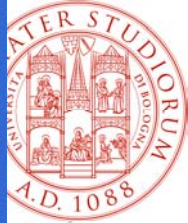
Asse orizzontale



DOWNWIND



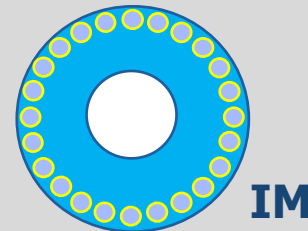
UPWIND



1. TECNOLOGIE PER LA CONVERSIONE ELETTROMECCANICA

MACCHINE ELETTRICHE ad elevata efficienza

induzione



IM

sincrone brushless



RIL



SPM

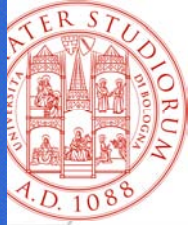


IPM

sincrone a rotore avvolto



WF



GENERAZIONE EOLICA – *tecnologie per la conversione elettromeccanica*

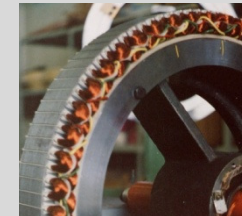
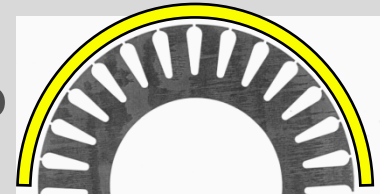
1. TECNOLOGIE PER LA CONVERSIONE ELETTROMECCANICA

MACCHINE ELETTRICHE - soluzioni direct-drive

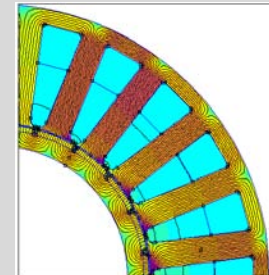
Macchina IM rotore esterno



Macchina PM a rotore esterno



Macchina PM a rotore interno



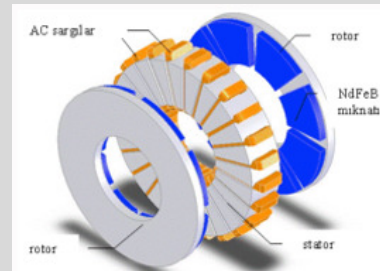


GENERAZIONE EOLICA – *tecnologie per la conversione elettromeccanica*

1. TECNOLOGIE PER LA CONVERSIONE ELETTRICITÀ

MACCHINE ELETTRICHE - soluzioni direct-drive

Macchina a flusso assiale



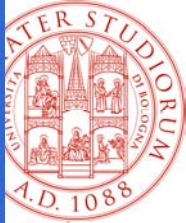
Configurazione di aerogeneratore



Tipo di macchina ottimale



Dimensionamento macchina ottimale



GENERAZIONE EOLICA – *tecnologie per la conversione elettromeccanica*

SVILUPPO DI MICROGENERATORI EOLICI

OBIETTIVO

(es. ventosità di riferimento, aspetto estetico, altezza da terra, costo, ecc...)



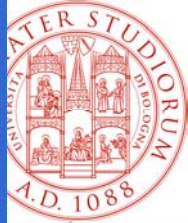
SCELTA DELLA CONFIGURAZIONE

(asse verticale, asse orizzontale, tipo ...)



PROGETTO OTTIMIZZATO

(dimensioni, velocità di rotazione, aerodinamica, ...)



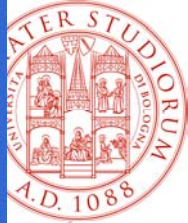
SVILUPPO DI MICROGENERATORI EOLICI

BARRIERE verso il mondo produttivo:

1) Approccio multidisciplinare

ES. sviluppo di micro-generatore eolico:

20%	meccanica
20%	aerodinamica
15%	macchina elettrica
15%	elettronica di potenza
15%	controllo
15%	project management



GENERAZIONE EOLICA – *tecnologie per la conversione elettromeccanica*

SVILUPPO DI MICROGENERATORI EOLICI

OPPORTUNITA' per il mondo produttivo:

1) Nuovi mercati

AZIONI DI SUPPORTO

1) Raggiungimento di mercati esteri

2) Aggregazione di aziende operanti in settori diversi

DIPARTIMENTO

INGEGNERIA ELETTRICA - DIE

Generazione eolica di piccola potenza

www.die.unibo.it

Ing. Claudio Rossi
claudio.rossi@unibo.it

