

# AQS System

# Wind Finder AQ500



# Indice

- AQSystem
- Introduzione alle misure del vento
- Mappatura della risorsa vento
- Il sistema SODAR AQ500
- Le risorse Vento
- Sommario



# AQSystem

- AQSystem (AQS) è fondata a Stoccolma, Svezia nel 1989
- Il fondatore di AQSystem ha partecipato allo sviluppo e la realizzazione dei sistemi SODAR dal 1969
- L'AQSystem sviluppa e assembla il sistema
- Ad oggi oltre 100 sistemi AQ500 sono installati e funzionanti nel mondo
- L'AQ500 ha una migliore accuratezza e affidabilità rispetto al traliccio con anemometri
- Il sistema ha un design robusto e altamente mobile e flessibile
- Tempi brevi di installazione e posizionamento, nessun permesso (DIA) necessario.







# Indice

- AQSystem
- **Introduzione alle misure del vento**
- Mappatura della risorsa vento
- Il sistema SODAR AQ500
- Le risorse Vento
- Sommario





# Il vento come carburante

- Il vento è il carburante per i generatori eolici. Piccoli cambiamenti nella velocità del vento genera grandi cambiamenti del valore commerciale di un parco eolico.
- Esempio, l'aumento dell' 1 per cento della velocità del vento genera un aumento del 2 per cento dell'energia prodotta



# Pianificare un parco eolico

- Atlas e Mappe sui venti sono stati prodotti su ampia scala a livello mondiale fino alle regioni locali e rappresentano la migliore stima del vento su larga scala.
- Queste non sostituiscono le misure dirette sul sito, servono invece per focalizzare la zona dove le misure dirette vanno eseguite.





# Caratteristiche del vento

- La caratteristica più importante per un parco eolico è la velocità del vento
- La migliori indicazioni della risorsa vento sono con misure effettuate sul posto, misure dirette
- Ogni sforzo deve essere fatto per massimizzare la durata, la qualità e l'estensione geografica dei dati raccolti.



# Energia prodotta in un parco eolico

Sensitività dell'energia prodotta di un parco eolico in base alla media annuale della velocità del vento

Velocità vento (m/s)	Velocità del vento normalizzato a 6 m/s (per cento)	Energia prodotta in un parco da 10 MW (MWh/anno)	Energia prodotta normalizzata a 6 m/s (per cento) *
5	83	11,15	63
6	100	17,714	100
7	117	24,534	138
8	133	30,972	175
9	150	36,656	207
10	167	41,386	234

\* Nota : Si assume sulla base del rendimento di una tipica turbina, densità dell'aria di 1.225 kg/m<sup>3</sup>, perdita totale di 12 e utilizzando la distribuzione Rayleigh del vento  
fonte: Garrad Hassan





# Indice

- AQSystem
- Introduzione alle misure del vento
- Mappatura della risorsa vento
- Il sistema SODAR AQ500
- Le risorse Vento
- Sommario



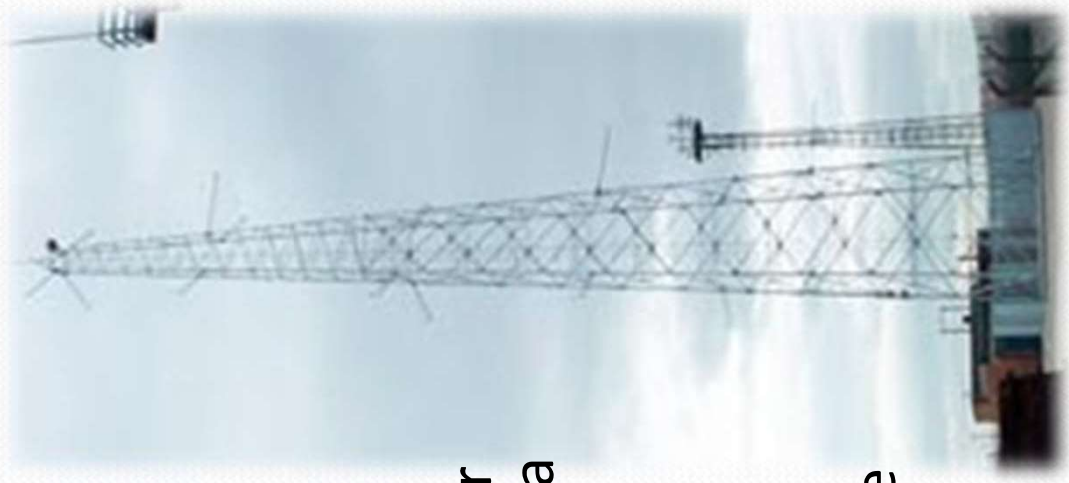
# Mappatura della risorsa vento

- Le metodologie, oggi sono:
  - Modelli su larga scala
  - Misure dirette
- Modelli danno misure approssimative
- Misure dirette sono necessarie per un calcolo approfondito del rendimento del vento
- Misure di turbolenza sono richieste dai produttori di generatori
- Sono richieste misure ad altezze maggiori



# Metodi tradizionali

- Il metodo dominante di misurazione del vento in termine di misurazione diretta è il traliccio equipaggiato da anemometri a coppa posizionati ad altezze diverse
- Le misure eseguite con anemometri devo essere supplementari da calcoli con modelli su larga scala per stimare il vento la dove il traliccio non arriva ad altezza mozzo e fino al diametro totale del rotore.
- Utilizzo di tralicci molto alti incidono sui costi e in generale il traliccio richiede opere edilizie e autorizzazioni comunali
- Il costo di un traliccio e fine alle misure del luogo dove è posizionato, lo smontaggio e la ricollocazione del traliccio ha dei costi pari al valore del traliccio stesso.





# Nuovi metodi

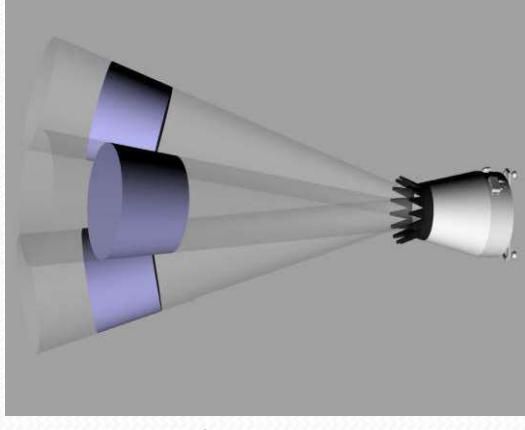
- **Onde sonore** sono riflesse in base a variazioni di temperatura e pressione (turbolenza) nell'aria, vuol dire che lo spostamento reale della massa d'aria è acquisibile.
- **Onde luminose** usate nei sistemi LIDAR, sono riflesse da aerosol e particelle nell'aria, questo significa che non si acquisisce il vero spostamento della massa d'aria ma solo le molecole.
- **Microonde** sono riflesse dal gradiente di umidità nell'aria che può rappresentare lo spostamento della massa d'aria. Questa tecnologia è abitualmente utilizzata in grandi sistemi, ma non offre la stessa precisione e risoluzione rispetto alla tecnologia SODAR.



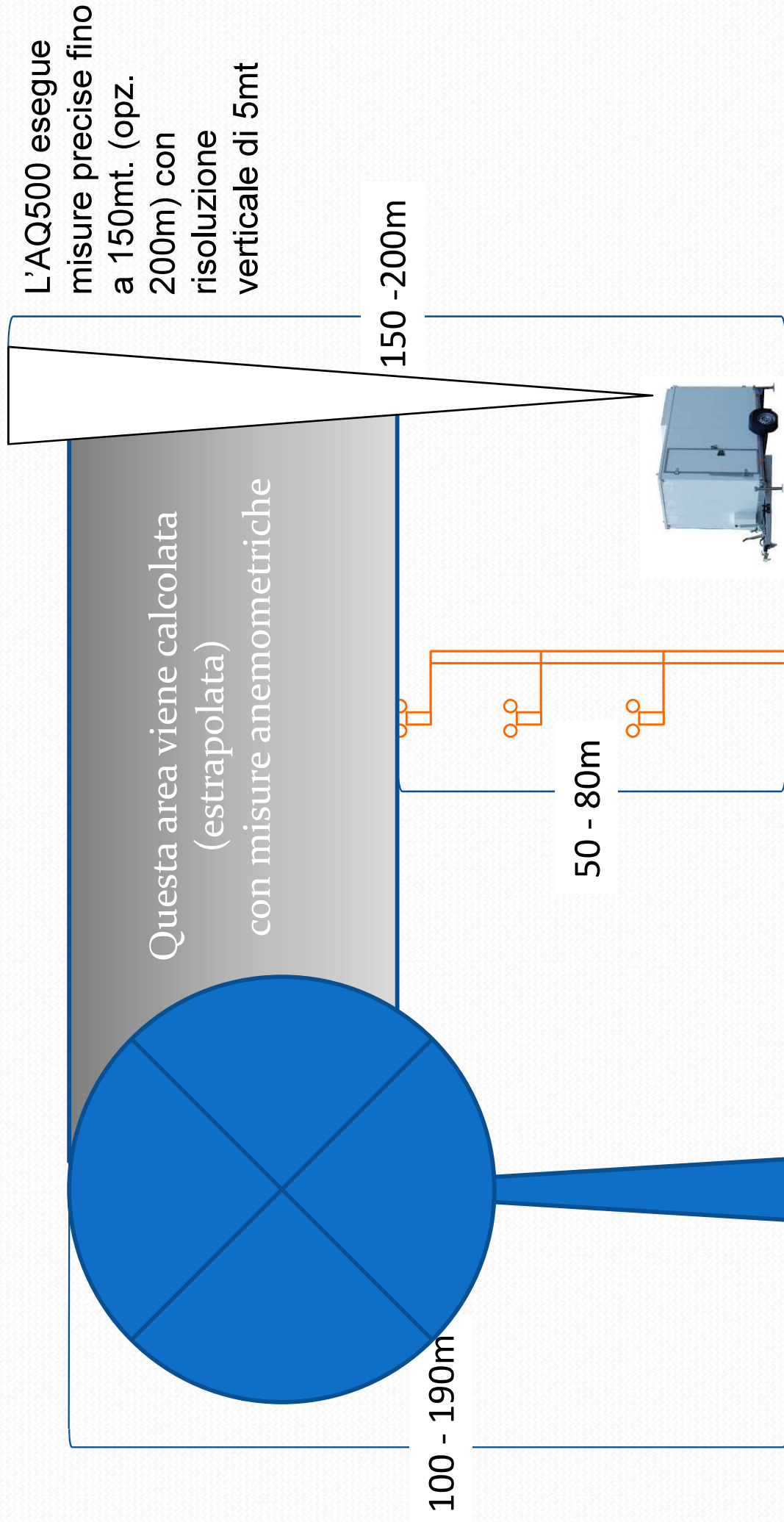
# Nuovi metodi di misurazione

## Continuazione...

- I nuovi metodi di misurazione rientrano nella categoria dei sensori remoti, dove il SODAR è il più diffuso e riconosciuto nel settore.
- La misurazione viene eseguita sul volume della massa d'aria che rappresenta al meglio le reali condizioni del vento, per le turbine.
- Il SODAR misura in dettaglio tutta la superficie di operatività della turbina.
- Il SODAR è completamente mobile e quindi semplifica la mappatura in zone estese.
- La precisione è superiore al traliccio anemometrico
- Semplifica la pianificazione delle misure
- Non sono necessari permessi comunali e opere edilizie.



# Nuovo vs. tradizionale





# Visualizzazione dati

I dati vengono scritti in un file formato ASCII, l'interfaccia per gli applicativi WindPro e WaSp è disponibile a richiesta

```
[BOF]
[BOH]
Station site name=GreenEX 1 Nasudden
AQ500 Program version=7D06
Antenna orientation(deg)=182
Output power(W)=200
Number of levels=27
Lowest level(LL m)=20
Highest level(HL m)=150
Interval(m)=5
Data average time(min)=10
Measurement mode=1
ASCII Code.Decimal=46
ASCII Code.Data field separator=44
No data=9999
Data field 1: Date and Time(YYMMDD hh:mm)
Data field 2: Battery voltage(V * 100)
Data field 3: Temperature sensor(deg C * 10)
Data field 4: Humidity sensor(%RH)
Data field 5: Aux1
Data field 6,12,18,24,30,36,42,48,54,60,66,72,78,84,90,96,102,108,114,120,126,132,138,144,150,156,162: Speed m/s(LL to HL)
Data field 7,13,19,25,31,37,43,49,55,61,67,73,79,85,91,97,103,109,115,121,127,133,139,145,151,157,163: Dir degrees(LL to HL)
Data field 8,14,20,26,32,38,44,50,56,62,68,74,80,86,92,98,104,110,116,122,128,134,140,146,152,158,164: Std-Speed m/s(LL to HL)
Data field 9,15,21,27,33,39,45,51,57,63,69,75,81,87,93,99,105,111,117,123,129,135,141,147,153,159,165: Vertical velocity(w) m/s(LL to HL)
Data field 10,16,22,28,34,40,46,52,58,64,70,76,82,88,94,100,106,112,118,124,130,136,142,148,154,160,166: Std-w m/s(LL to HL)
Data field 11,17,23,29,35,41,47,53,59,65,71,77,83,89,95,101,107,113,119,125,131,137,143,149,155,161,167: Quality(S/N*10) (LL to HL)
[EOH]
[BOD]
20090406 10:10,1228,102.51,604.541,302.143,-.05,.672,5.44,303,1.22,-.04,.53,71,5.47,300,1.05,-
.06,.68,85,5.5,310,.95,.08,.65,78,5.53,299,1.03,-.1,.82,80,5.54,296,1.23,-.04,.9,86,5.47,298,1.41,-
.04,.88,89,5.27,298,1.44,.01,.98,74,4.89,290,1.23,.15,.74,76,4.55,300,1.06,.32,.72,82,4.42,302,1.06,.35,.7,95,4.66,302,1.14,.37,.84,79,
4.91,310,1.24,.25,.85,67,4.93,311,1.15,.25,.9,80,5.07,306,1.16,.43,.84,79,5.27,322,.98,.6,.81,91,5.84,303,.96,.58,.9,83,6.07,319,.94,.6
3,.98,73,6.21,321,1.04,.6,.99,71,6.23,319,1.04,.64,.89,69,6.47,321,.95,.64,.93,78,6.37,302,1.13,.3,1.02,69,6.14,312,1.29,.38,1.1,70,6.1
3,325,1.28,.52,1,74,6.45,306,1.09,.3,.94,85,6.94,312,1.06,.46,1.14,80,7.19,303,1.24,.32,.96,88,
```





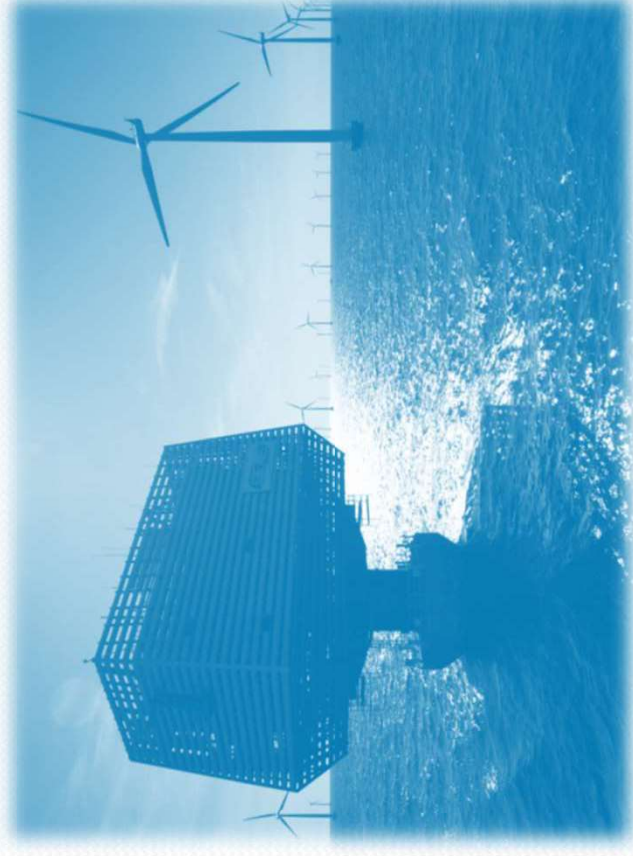
# Indice

- AQSystem
- Introduzione alle misure del vento
- Mappatura della risorsa vento
- Il sistema SODAR AQ500
- Le risorse Vento
- Sommario



# SODAR Sound Detection And Ranging

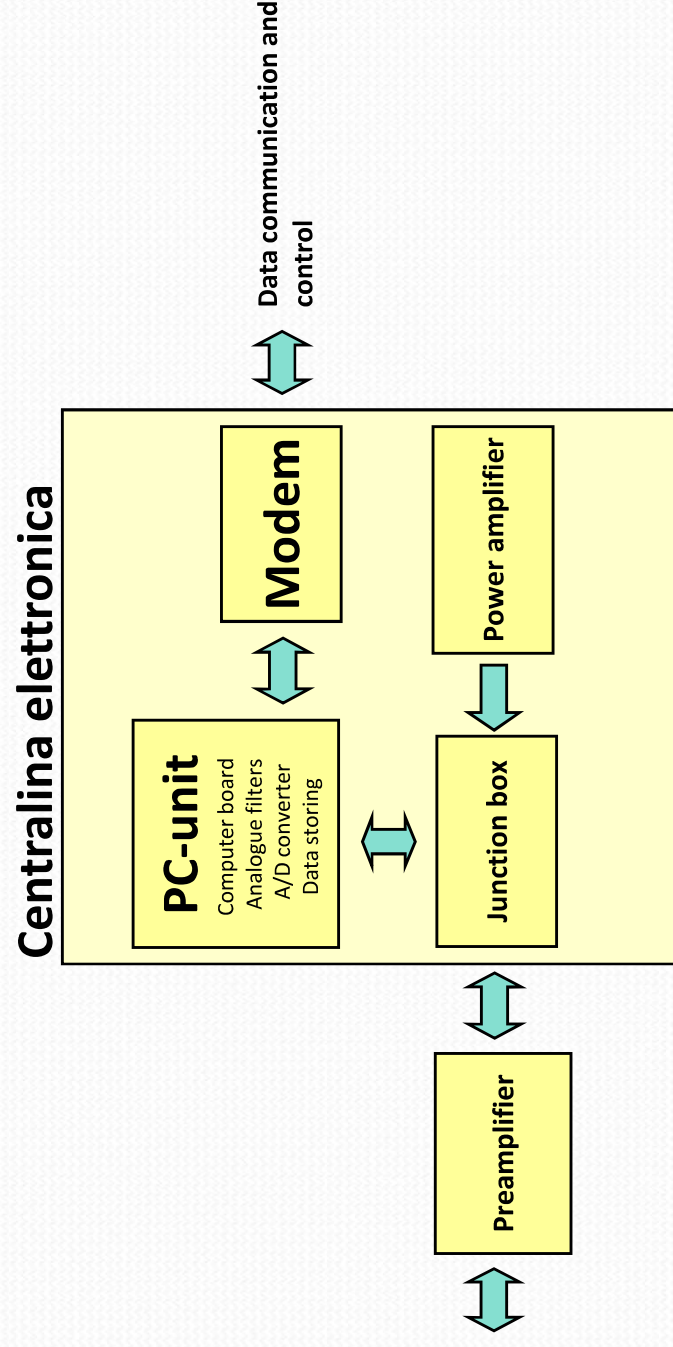
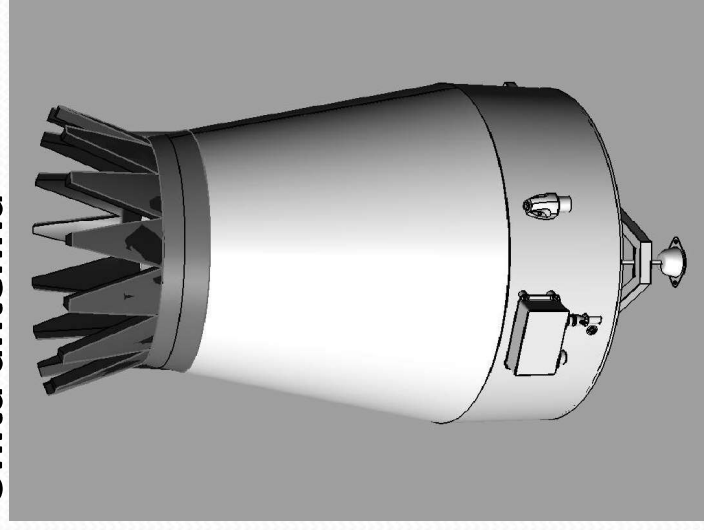
- La tecnologia SODAR (Sound Detection and ranging) consente di ottenere dati quale:
  - Velocità del vento e direzione
  - Turbolenze
  - Stabilità delle masse d'aria
  - Temperatura





# AQ500 System

Unità antenna





# Carrello con sistema SODAR

- L'AQ500 wind finder è un sistema indipendente costruito all'interno di un carrello mobile trainabile da un'autovettura.
- L'antenna SODAR è localizzata nella zona posteriore all'interno di una camera insonorizzata con un'apertura nel tetto del carrello, per migliorare la qualità della misura.
- L'elettronica e il generatore diesel è localizzato nella parte anteriore del carrello.





# AQ500 Specifiche tecniche

Frequenza d'impulso	3144Hz
Lunghezza d'impulso	50ms a150ms
Potenza assorbita	50 - 300 W
Potenza acustica	tipico 4W, massimo 17W
Rumore all'antenna	130 – 135 dBA
Rumore a 5m	60dBA (Diminuisce -6dB con il raddoppio della distanza)
Raggi sonori	3 * 12 gradi
Riflettori antenna	diam. 40cm
Intervallo in altezza	20m fino 150m in alternativa 50m fino200m
Risoluzione in altezza	5m
Intervallo di misura	35m/s orizzontale +/- 10m/s verticale
Precisione	0.2m/s vento orizzontale, 0.05m/s vento verticale







# Indice

- AQSystem
- Introduzione alle misure del vento
- Mappatura della risorsa vento
- Il sistema SODAR AQ500
- Le risorse Vento
- Sommario





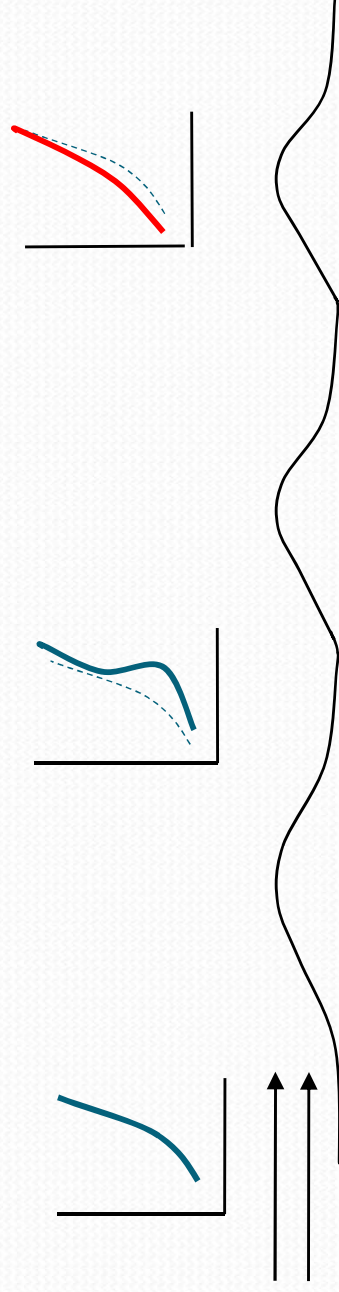
# La risorsa vento

- La stima della risorsa vento è un elemento critico nel calcolare la resa delle turbine per un sito specifico
- L'energia disponibile in un flusso di vento è proporzionale al cubo della velocità, questo vuol dire che al raddoppio della velocità del vento equivale ad un aumento dell'energia per un fattore di otto.
- Non sempre il vento è una componente costante con flussi stabili, questo può variare con l'orario della giornata, stagione, altezza da terra e tipo di terreno.
- La corretta scelta del parco in zone ventose e lontano da grandi ostacoli, migliora il rendimento delle turbine.



# L'effetto rilievo

- La topografia ha un considerevole effetto sulla risorsa vento, che insieme all'orografia del terreno crea dei gradienti massimi e minimi di vento.
- Per **effetto rilievo** si intende quando l'aria muovendosi sulla sua superficie, aumenta di velocità con picco massimo sulla sommità, ma non uguale alla stessa altezza nelle vicinanze del rilievo stesso. Una complessa topografia può risultare ad una velocità del vento inferiore.

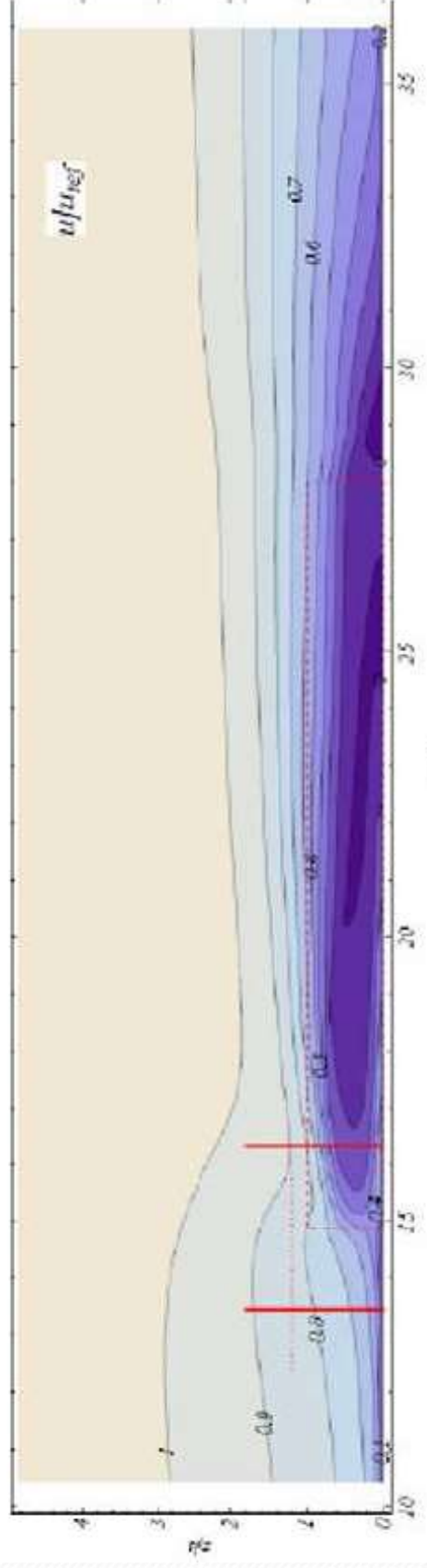


La relazione fra l'altezza e la lunghezza del rilievo influisce sull'altezza e la velocità del vento.

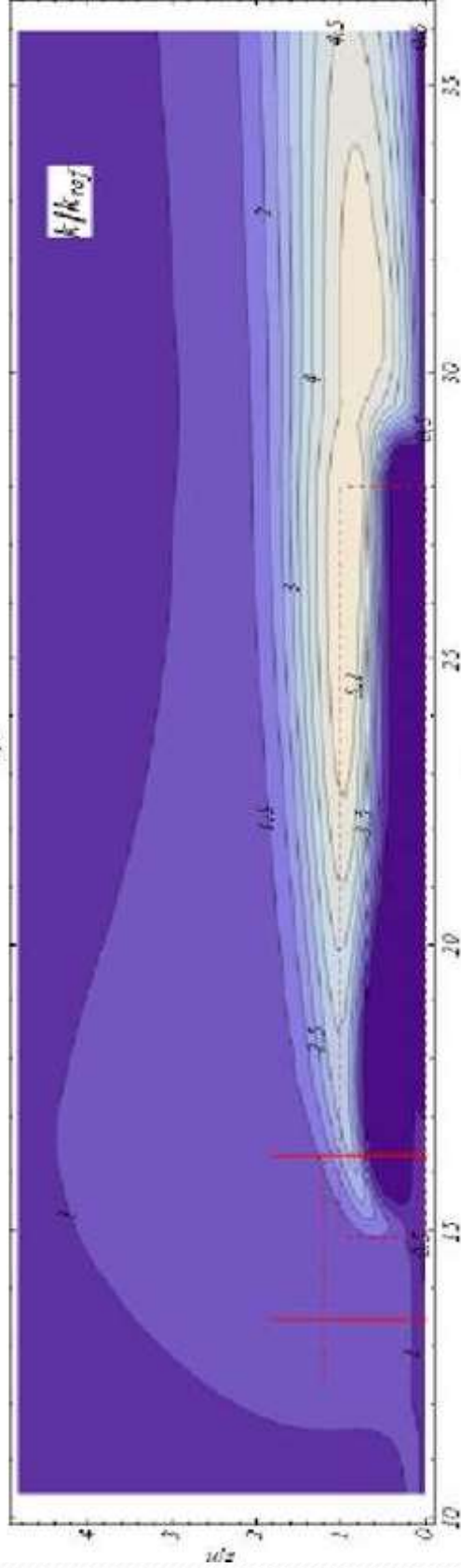


# L'effetto alberi

Velocità del  
vento



Turbolenza





# Condizioni atmosferiche

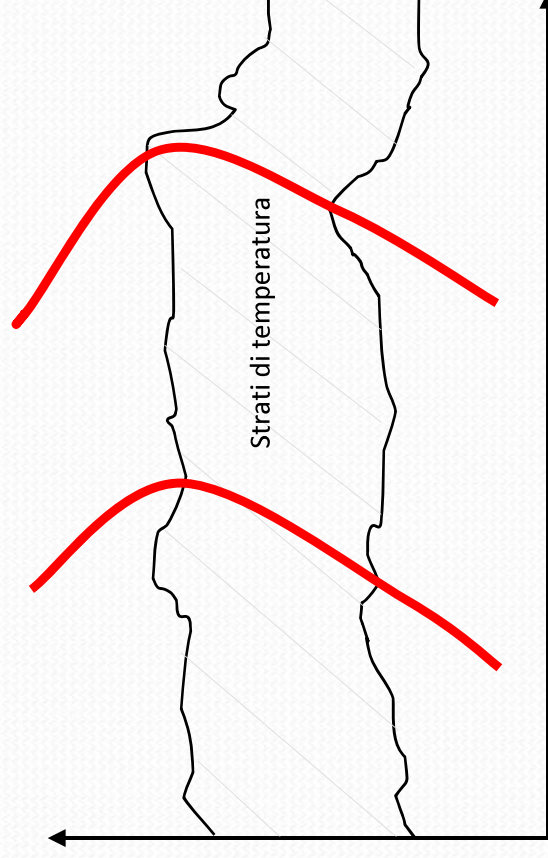
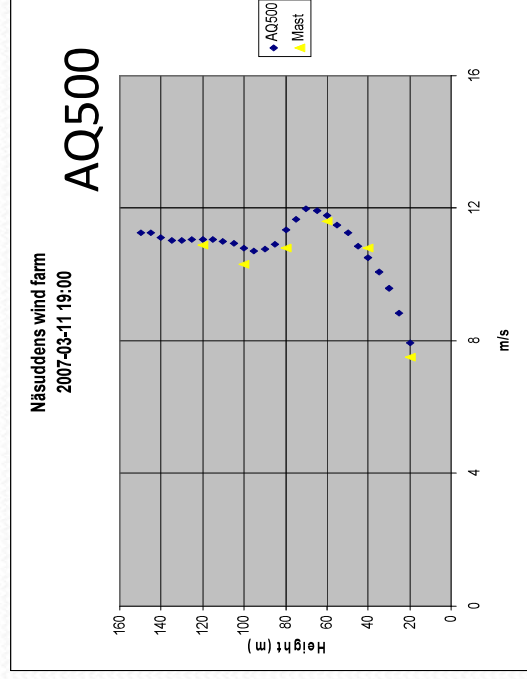
- Le condizioni climatiche locali possono causare condizioni dominanti ed estreme.
- In condizioni atmosferiche **normali**, la temperatura diminuisce circa di 0,9 gradi ogni 100m di altezza. Questo vuol dire che l'atmosfera è neutra e che il gradiente di vento segue la sua curva esponenziale. (senza nessuna influenza dalla topografia)
- In condizioni atmosferiche **stabili**, la temperatura fra altezze diverse aumenta (inversione termica) che modifica il gradiente di vento. Le regole della curva esponenziale diventa inapplicabile.
- In condizioni atmosferiche **instabili**, la temperatura diminuisce di più di 0,9 gradi ogni 100m di altezza, causando grandi movimenti verticali di vento che rende inutilizzabile la regola semplificata del calcolo dei gradienti di vento.



# Low level jet

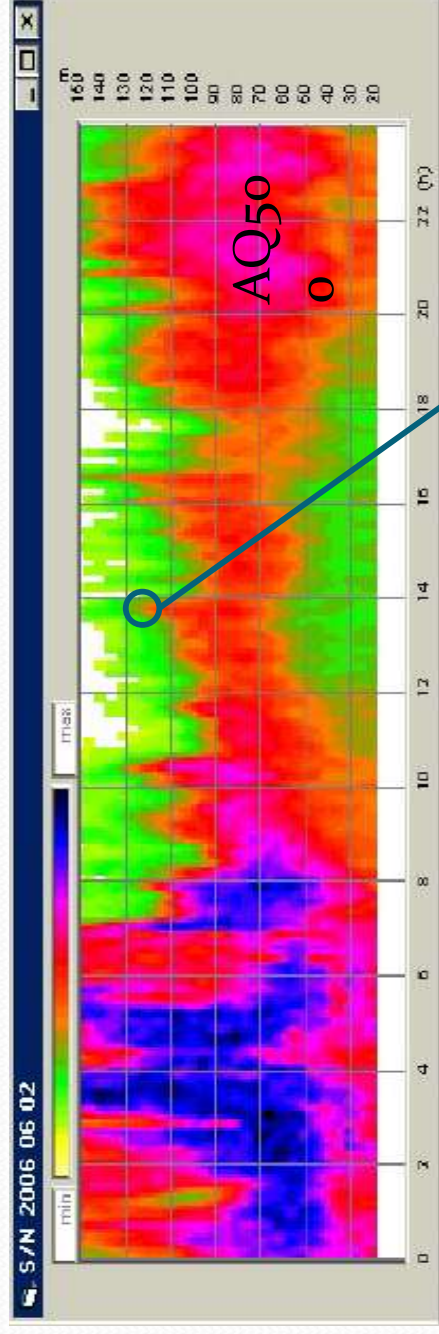
## Strati stabili

- Masse di aria calda e fredda si miscelano male e possono generare condizioni estreme, con complessi gradienti di vento. L'aumento esponenziale della velocità del vento non è abituale in queste condizioni, ma lineare e spesso generano delle "CORRENTI A GETTO" a bassa quota (Low Level Jets) dove il vento aumenta sulla parte superiore dell'inversione termica ma diminuisce drasticamente sopra lo strato. Questo avviene frequentemente nell'intervallo di altezza interessato dai generatori eolici, fra 50m fino a 200m.

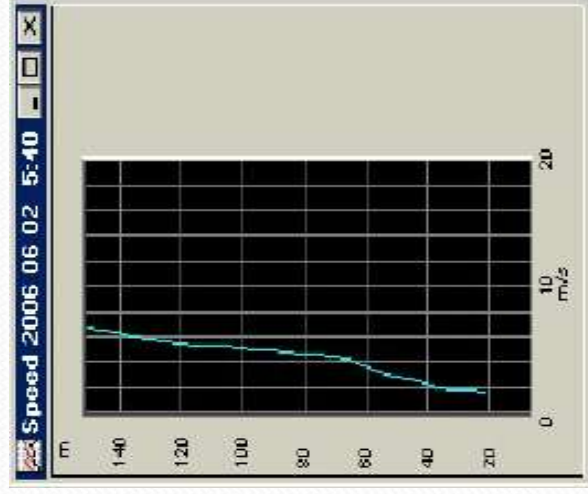




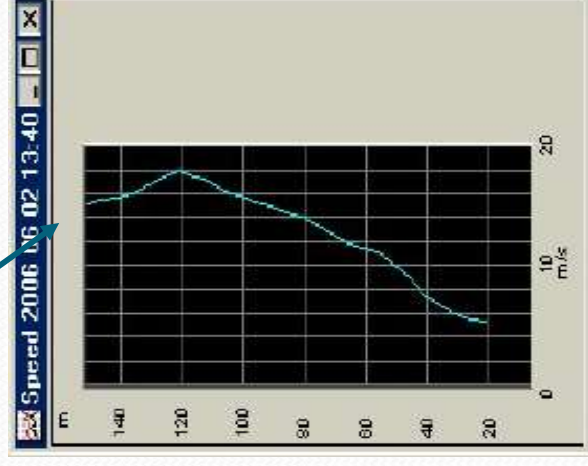
# Low level jet



Strati di  
temperatura

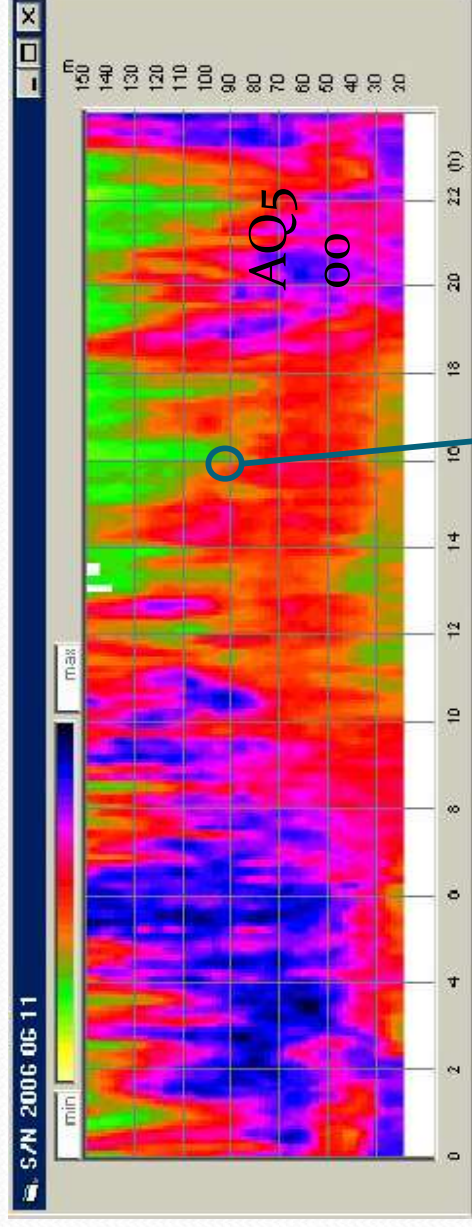


Profilo  
del vento

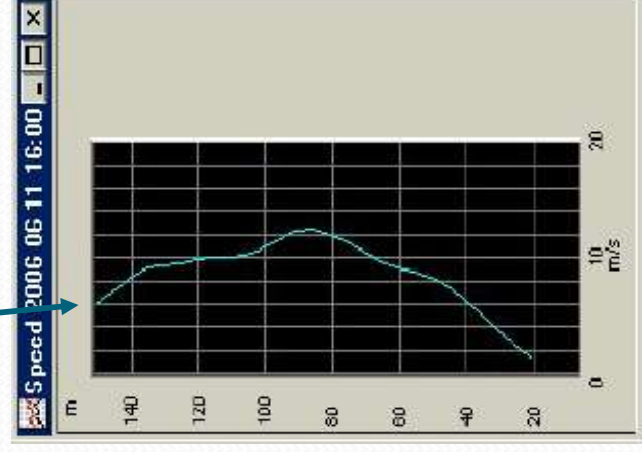
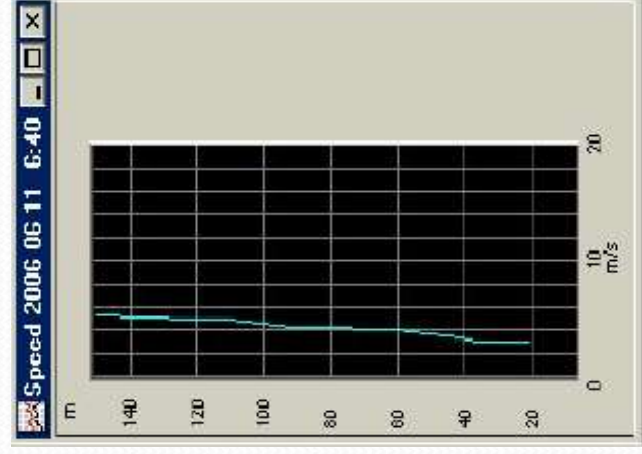




# Low level jet.



Strati di  
temperatura



Profilo  
del vento



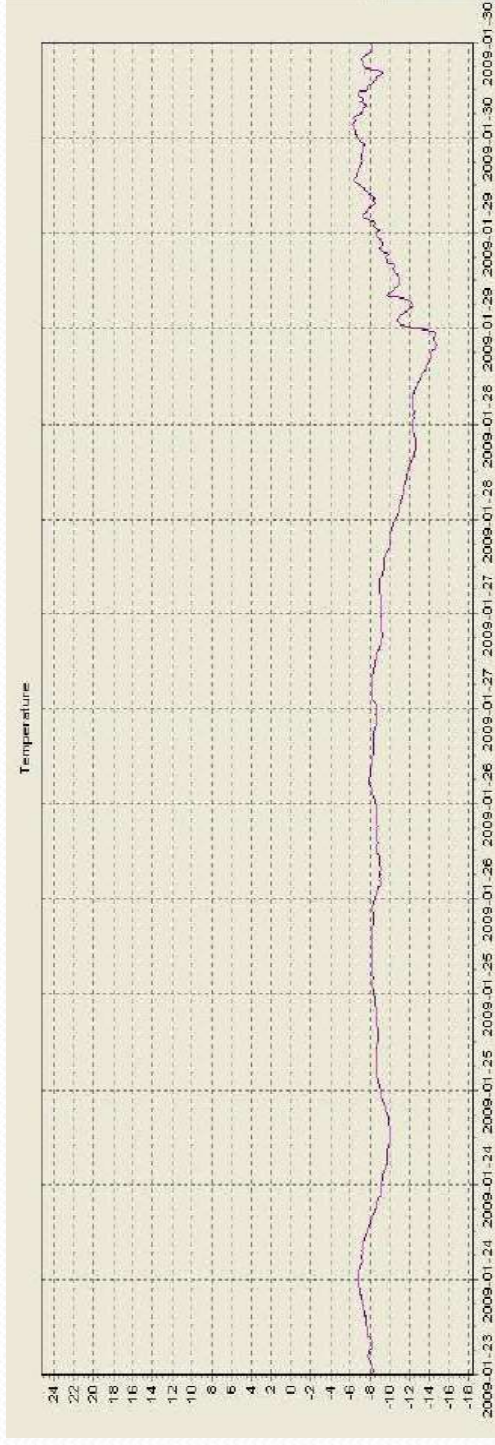
# Temperature e neve

- Il grafico nella prossima diapositiva, visualizza I dati generati da un sistema AQ500 in un periodo di tempo vicino ad un traliccio di 60 mt. con due anemometri a coppe.
- Il sistema è stato posizionato nel paese di Dalarna (Svezia centrale) e durante il periodo di misurazione ci sono state temperature rigide, con precipitazioni nevose (circa 50cm in 5 giorni)
- Un anemometro era riscaldato, l'altro no.
- Il grafico evidenzia che entrambi anemometri sono stati condizionati dal clima anche se uno di questi era riscaldato.
- I dati del SODAR AQ500 sono stati messi a confronto con un altro sistema AQ500 nelle vicinanze per valutare l'attendibilità dei dati.



# Temperature and snow. Cont.

Temperature

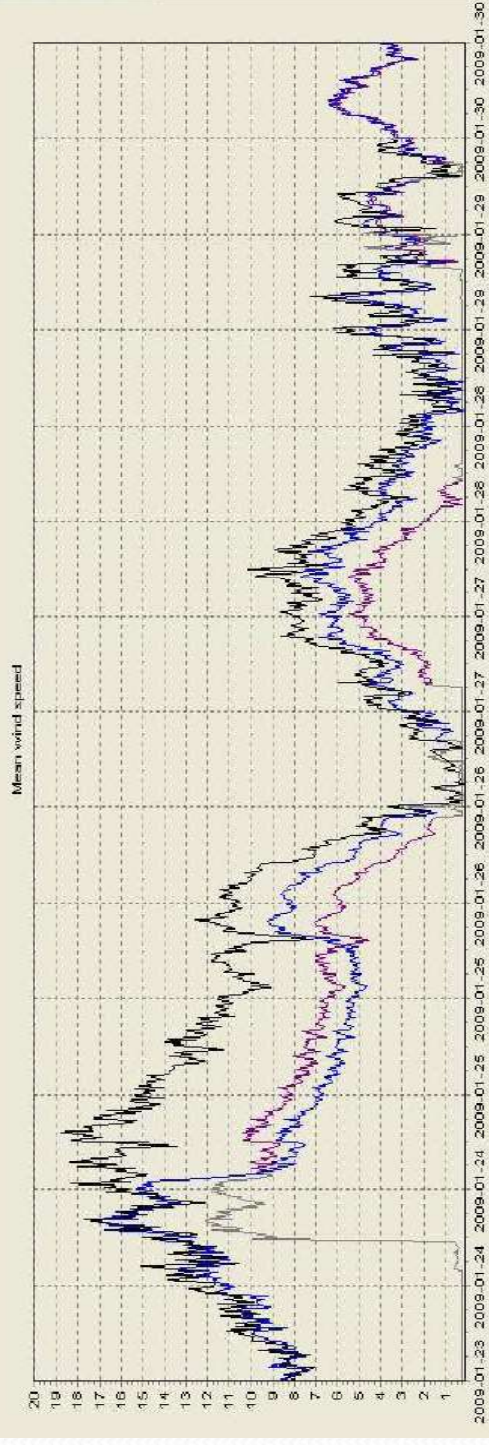


Nero: AQ500 60m

Blue: Anem. Riscal.

Magenta: Anem.

Non riscaldato







# Indice

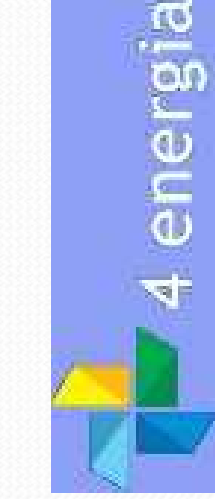
- AQSystem
  - Introduzione alle misure del vento
  - Mappatura della risorsa vento
  - Il sistema SODAR AQ500
  - Le risorse Vento
- **Sommario**



# Referenze



BERGVIK SKOG





# Conclusioni

- A causa di calcoli eseguiti su modelli e misure dirette eseguite in maniera non idonea, la maggior parte dei parchi eolici italiani producono meno energia di quanto pianificato, si stima intorno al 40% in meno.
- Ad una velocità media del vento nel lungo termine, un calo da 6 m/s a 5 m/s può significare una perdita del 37% di energia prodotta.
- Le misurazioni di turbolenza sono un dato richiesto dai costruttori di turbine, gli anemometri a coppa non possono misurare correttamente turbolenze e gradienti verticali.
- Il SODAR può misurare le condizioni di vento in dettaglio su tutta la superficie di lavoro del generatore eolico.
- L'AQ500 ha una migliore precisione e disponibilità dei dati (97% a 150mt) rispetto al traliccio con anemometri.
- Gli anemometri sono sensibili ai fenomeni di OVERSPEEDING, e di utilizzo in clima rigido.