



Il minieolico

Potenze installate < 50 kW ma non esiste una classificazione convenzionale

Si è soliti:

> 500 kW	Macroeolico	
50 ÷ 500 kW	media potenza (praticamente scomparse)	
< 50 kW	minieolico	➔ 0 ÷ 20 kW applicazioni domestiche
≤ 1 kW	microeolico	

UtENZE isolate, media potenza per piccole comunità, villaggi isolati, insediamenti montani o insulari, forniture domestiche integrative

Aumento costo energia
Introduzione nuove tecnologie a basso costo



Il minieolico: gli aereogeneratori

La stragrande maggioranza è ad asse orizzontale con rotore sopravvento rispetto alla torre ed a conicità nulla.

All'aumentare del numero di pale diminuisce la velocità di rotazione, aumenta η e cresce il prezzo

Monopala e multipala per applicazioni particolari



multipala

Il mercato è concentrato sul bipala e tripala, orientandosi prevalentemente su quest'ultima configurazione in quanto caratterizzata da:

- ✓ coppia motrice più uniforme (durata maggiore),
- ✓ energia prodotta leggermente superiore (η maggiore)
- ✓ minore disturbo visivo, in virtù di una configurazione più simmetrica e di una minore velocità di rotazione, più riposante per gli occhi di chi la osserva.



tripala

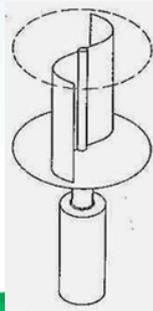




Il minieolico: gli aereogeneratori

La macchina Savonius, inventata circa 60 anni fa è impiegata essenzialmente per il pompaggio dell'acqua

- macchina ad asse verticale,
- molto semplice dal punto di vista costruttivo e di funzionamento
- molto robusta
- forte coppia di spunto, (avviamento anche con venti debolissimi)



Di contro:

- potenze ridotte (il η crolla con venti forti ed anzi risulta vulnerabile)
- le sue dimensioni non consentono di superare certi limiti
- η globale massimo pari a 0,2



Il minieolico: gli aereogeneratori

La macchina Darrieus (turbina ibrida), inventata negli anni 20 presenta contemporaneamente caratteristiche di altre macchine:

- asse di rotazione verticale (Savonius) e pale di tipo aerodinamico (aerogeneratori)
- grande semplicità costruttiva e elevato η (~ 0.4)
- regime di rotazione molto elevato
- coppia di spunto molto bassa (non si avvia spontaneamente)



Orientamento (per tutte)

Non consentono l'alloggio di motori di imbardata o altre componenti metalliche di cui sono dotate le turbine di taglia media

Montano timoni direzionali per orientare il rotore in direzione del vento

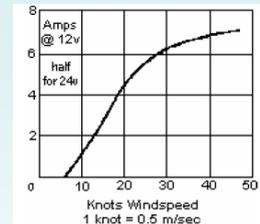




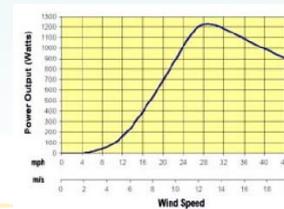
Il minieolico: gli aereogeneratori



Ampair
P = 0,1 kW
D rotore = 0,93 m
Area spazzata = 0,68 m²
N. pale = 6
H torre = 3/10 m



Vergnet
P = 20 kW
D rotore = 10 m
Area spazzata = 78,54 m²
N. Pale = 2
H torre = 18/30 m



Il minieolico: gli aereogeneratori

Materiali

composito: poliestere di vetro rinforzato, con minor frequenza fibre di carbonio, e raramente legno

E' stato abbandonato l'utilizzo di alluminio a causa della sua propensione alla deformazione sotto sforzo

Resistenza

Devono essere posizionate in luoghi esposti a venti consistenti: date le ridotte dimensioni, diventano fondamentali le caratteristiche di robustezza.

Vale la *scuola del metallo pesante*: gli aereogeneratori più pesanti hanno dato prova di maggior robustezza ed affidabilità rispetto a quelli più leggeri

Un buon indicatore di scelta: la massa specifica (il peso della turbina minieolica rapportata all'area spazzata dal suo rotore in kg/m²)

Normalmente ad una massa specifica più alta corrisponde un prezzo più elevato



Il minieolico: gli aereogeneratori

Sicurezza

In caso di vento forte, la maggior parte delle miniturbine ripiega su di una cerniera che disallinea (in verticale o orizzontale) l'asse del rotore rispetto a quello di rotazione

La velocità del vento a cui avviene il disallineamento e la maniera in cui si verifica dipendono dalla cerniera posta tra timone direzionale e navicella



Posizionamento

Esistono casi di aereogeneratori posizionati sui tetti delle abitazioni

- montaggio semplice, penalizzante per la funzionalità
- vibrazioni trasmesse talmente da elevare il livello di abitabilità
- turbolenze in edifici e tetti, causa di riduzione dell'efficienza all'inevitabile rumore

L'installazione più critica è quella per i costi di torreggiamento e tralicci, tubolare e linee elettriche oltre che per l'aumento della dispersione di energia

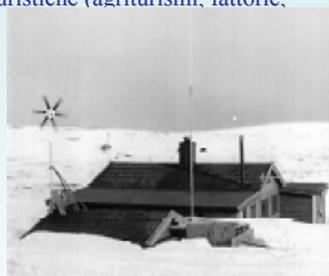
- un posizionamento della macchina in sicurezza, in un luogo cioè dove, anche nel caso di cedimento, i danni sono limitati



Il minieolico: utenze stand alone (off grid)

In Italia esistono utenze civili private o infrastrutture turistiche (agriturismi, fattorie, campeggi, rifugi, utenze domestiche isolate in montagna, al mare o su isole) non collegate alla rete

In questo caso: aereogeneratori di piccola taglia in combinazione con sistemi di accumulo (batterie) e sistemi ibridi (con pannelli FV e generatori diesel)



Altre applicazioni

- ✓ alimentazione di sistemi di telecomunicazione (ripetitori, antenne di telefonia mobile installate a distanza dalla rete elettrica)
- ✓ sistemi di pompaggio e drenaggio: siti da bonificare, ...
- ✓ utenze di illuminazione pubblica: strade, viadotti, gallerie, fari, piattaforme, impianti semaforici, ...
- ✓ alimentazione di utenze isolate all'interno di aree naturali protette



Il minieolico: *Le aree naturali protette*

In Italia, costituiscono circa il 10% del territorio nazionale (comprendono Parchi Nazionali e Regionali, Riserve Naturali Statali e Regionali, Aree marine Protette ed Aree Protette provinciali, comunali e di vario genere)

Nel febbraio 2001 fu siglato un **Protocollo d'Intesa** tra ENEL, Federazione Italiana dei Parchi e delle Riserve Naturali, Legambiente e Ministero dell'Ambiente, finalizzato alla sensibilizzazione di Istituzioni, Amministrazioni, Enti Locali e popolazione alla promozione delle FER all'interno di piani integrati per lo sviluppo del territorio.



A questo protocollo hanno fatto seguito alcune iniziative nella direzione delineata tra cui il **Decreto n. 982 del 21/12/2001** del Ministero dell'Ambiente ed un **Bando** con cui sono stati stanziati fondi per la diffusione del FER nelle aree protette ed in particolare nei Parchi Nazionali



Il minieolico: *utenze connesse in rete (grid connected)*

$P > 20$ kW, su reti a BT, denunciati all'Ufficio Tecnico di Finanza come officine elettriche

Le attuali applicazioni consentono "lo scambio sul posto"

Una importante potenziale applicazione del minieolico, ad esempio all'interno di sistemi ibridi, è quella in reti locali in isole minori (più di quaranta in Italia ed alcune centinaia nell'intero bacino del Mediterraneo)



è doveroso sottolineare

Applicazioni di una certa complessità



*una attenta valutazione, nella fase preliminare, della stabilità della rete
possibili interventi di gestione e razionalizzazione della domanda dei
fabbisogni energetici*





Il minieolico: gli impianti ibridi

Ottenuti dall'accoppiamento di due o più sistemi di generazione, in parte convenzionali, per garantire una base di continuità del servizio elettrico, e in parte da FER:

- ✓ una o più unità di generazione a fonte rinnovabile: eolico, fotovoltaico, idroelettrico
- ✓ una o più unità di generazione convenzionale: diesel
- ✓ sistema di accumulo di tipo meccanico, elettrochimico o idraulico
- ✓ sistemi di condizionamento della potenza: inverter, raddrizzatori, regolatori di carica
- ✓ sistema di regolazione e controllo.



Il minieolico: gli impianti ibridi

I soli generatori diesel, in modalità operativa di basso carico, mostrano ridotta efficienza nel funzionamento, alti oneri di manutenzione, breve vita

I sistemi ibridi riducono le problematiche suddette e sfruttano le FER esistenti sul territorio, costituendo una concreta opzione, ambientalmente e socialmente compatibile

La tendenza è quella di progettare sistemi ibridi nei quali le FER e l'accumulo forniscano fino all'80-90% dei fabbisogni energetici, lasciando al diesel solo la funzione di soccorso.





Il minieolico: gli impianti solo rinnovabili

Uniscono le tecnologie fotovoltaica, eolica ed idroelettrica.

Date le caratteristiche di intermittenza delle fonti utilizzate si tratta di sistemi **inseribili in applicazioni grid-connected**

L'autosufficienza energetica con sole FER può essere ottenuta con l'accoppiamento di:

- ✓ una fonte continua, per coprire il fabbisogno energetico di base (biomasse e/o geotermia),
- ✓ una o più fonti intermittenti, per coprire i picchi di potenza richiesta (idroelettrico, eolico, solare)

Laddove la risorsa vento sia disponibile, gli aerogeneratori di piccola taglia possono trovare notevoli possibilità applicative all'interno di sistemi accoppiati o ibridi.

A parità di energia elettrica prodotta infatti la tecnologia eolica, rispetto ad altre fonti rinnovabili, richiede **costi di investimento relativamente limitati**



Il minieolico: l'impatto ambientale

Per i grandi impianti

- notevole occupazione di suolo
- impatto visivo
- rumore
- interferenze sulle telecomunicazioni
- effetti negativi su fauna e vegetazione
- effetti elettromagnetici

L'ambiente nel quale vanno ad inserirsi è già parzialmente modificato dall'intervento dell'uomo

Per il microeolico

Interferisce con i medesimi elementi naturali dei grandi impianti, per cui, pur determinando risultati percettivi diversi, presenta alcuni elementi in comune:

- ✓ dimensioni notevolmente minori: spazi limitati e relativamente poco visibili
- ✓ spesso installate in prossimità delle utenze
- ✓ spazio sottratto ad altri usi,
- ✓ accettabilità dal punto visivo (presenza invasiva ma anche piacevole esteticamente),
- ✓ interferenze alle comunicazioni ed effetti elettromagnetici.

Pur se quantitativamente non rilevanti questi inconvenienti devono preliminarmente essere messi in conto nello studio di fattibilità del progetto





Il minieolico: l'impatto ambientale

Una problematica importante inoltre è quella del **rumore**

La vicinanza all'utente e l'assenza di schermi per evitare interferenze alla direzione ed intensità del vento, deve condurre ad una scelta ponderata del modello di turbina e del luogo di installazione.

La tecnologia della configurazione di **turbina tripala**, a detta di molti, rispetto al bipala, produce un minor impatto visivo in virtù di una maggior simmetria quando le pale sono ferme e di una rassicurante velocità di rotazione quando sono in movimento.

1) Ruotano a velocità angolari notevolmente superiori a quelle dei grandi aerogeneratori, per cui risultano più rumorosi (sega circolare in prossimità dell'utenza)

Soluzioni:

Allontanare l'impianto a fronte di costi maggiori (cavi interrati e dispersioni elettriche)
Abituarsi (confortato dalla sensazione di stare producendo energia pulita) ...ma i vicini?

2) Ombre fastidiose proiettate in ambienti di lavoro

Soluzioni:

Allontanare l'impianto
Disposizione sul tetto



Il minieolico: l'impatto ambientale

A fronte di tali impatti sull'ambiente è doveroso citare:

- ✓ servizio a zone altrimenti isolate o raggiungibili mediante opere di maggior impatto
- ✓ attuazione di una politica di regionalizzazione della produzione elettrica
- ✓ contributo alla diversificazione delle fonti
- ✓ riduzione della dipendenza energetica da fonti convenzionali della zona interessata dal progetto
- ✓ si evita l'emissione di sostanze inquinanti (0,531 kg di CO₂ evitata per kWh prodotto)

Nei confronti della V.I.A. i micro-impianti **non sono generalmente soggetti a verifica.**

E' opportuno che il promotore intenzionato a realizzarli si informi presso la propria Regione o Provincia Autonoma per essere a conoscenza della normativa in vigore





Il minieolico: Valutazioni di impatto ambientale

Decidere se occorra sottoporre o meno a procedura di VIA le piccole opere (quelle che l'Unione Europea ha inserito nell'Allegato II della Direttiva 337/85/CEE in quanto considerate di minor impatto), è questione delegata agli Stati membri.

Con l'Atto di indirizzo D.P.R. 12.4.1996 l'Italia ha a sua volta delegato le Regioni e le Province Autonome a disciplinare i contenuti e la procedura di V.I.A. per le opere dell'Allegato II

In particolare le tipologie progettuali sono suddivise in:

- opere da assoggettare a V.I.A. regionale (Allegato A)
- opere da assoggettare a verifica di esclusione dalla procedura di V.I.A. (Allegato B)

Gli impianti eolici sono inseriti in Allegato B.



Il minieolico: Valutazioni di impatto ambientale

Le date importate nella storia recente dell'eolico in Italia:

Ogni progetto di installazione deve essere preceduto da un attento studio preliminare anche sul ripristino delle aree una volta dismessi gli impianti.

La normativa nazionale non è precisa, ci si imbatte in direttive regionali non omogenee:

L'Emilia Romagna si è dotata di un regolamento eolico molto restrittivo e installare il mini eolico è impresa ardua: l'amministrazione regionale scoraggia i piccoli utenti chiedendo loro una VIA assai dettagliata e onerosa.

La Toscana e la Puglia sono le regioni che semplificano le procedure burocratiche dimostrando una maggiore propensione all'eolico. Questo significa che per installare il mini eolico è sufficiente presentare una dichiarazione di inizio attività. Se entro 30 giorni il Comune non si oppone, si può procedere all'installazione.

che devono essere scaturite e uniformate.





Il minieolico: Le incentivazioni

Il minieolico, come tutti gli altri impianti da FER di piccola taglia, è soggetto ad una distinzione in base alla soglia di potenza dei 20 kW.

La Legge 133/99 ha decretato l'assenza di imposizione fiscale per i microimpianti al di sotto dei 20 kW.



Il minieolico: Le incentivazioni

I Certificati Verdi

Introdotti nel 2002 in sostituzione del vecchio CIP 6/92 "Certificano" la produzione da parte di un impianto a FER di 50 MWh/a (inizialmente 100!) – Legge 239/04 (Marzano)
La legge finanziaria 2007 (27/12/06 n. 296) ha abolito la possibilità di qualificare e rilasciare CV agli impianti:

- che utilizzano rifiuti e/o combustibili da rifiuti (cfr. commi 1117 e 1120 let. a)
- di cogenerazione abbinati al teleriscaldamento
- alimentati a idrogeno ed a celle a combustibile (comma 1120 let. g)

Nel mercato dei CV, la **domanda** è costituita dall'obbligo per produttori e importatori di immettere annualmente una "quota" di energia prodotta da fonti rinnovabili pari al 3,05% di quanto prodotto e/o importato da fonti convenzionali nell'anno precedente, eccedente i 100 GWh/a. Gli incrementi della quota minima d'obbligo sono stabiliti con decreti emanati dal Ministero dello Sviluppo Economico

Al mancato raggiungimento del 3,05% si può:

- Acquistare i CV (quelli mancanti sono emessi dal GE)
- Esercire un impianto a FER
- Importare energia da FER (Paesi convenzionati)



Il minieolico: *Le incentivazioni*

I Certificati Verdi

L'offerta, invece, è rappresentata dai CV emessi a favore degli Operatori con impianti che hanno ottenuto la qualificazione IAFR dal Gestore dei Servizi Elettrici, così come dai Certificati Verdi che il GSE stesso emette a proprio favore a fronte dell'energia prodotta dagli impianti Cip 6.

Anno	domanda	offerta	coperta dal GSE
2002	3,23 TWh	0,89 TWh	2,34 TWh
2003	3,47 TWh	1,49 TWh	1,98 TWh
2004	3,89 TWh	2,89 TWh	1,00 TWh (20.000 CV della taglia di 50 MWh)
2005	4,3 TWh	quasi interamente soddisfatto dall'offerta dei privati	
2006	5,9 TWh	interamente soddisfatto dall'offerta dei privati	

Il prezzo di riferimento individuato dal GSE per i certificati verdi (al netto dell'IVA 20%):

Anno	Prezzo
2005	108,92 €/MWh
2006	125,28 €/MWh
2007	137,49 €/MWh



Il minieolico: *Le incentivazioni*

Il NET METERING (Delibera 28/06)

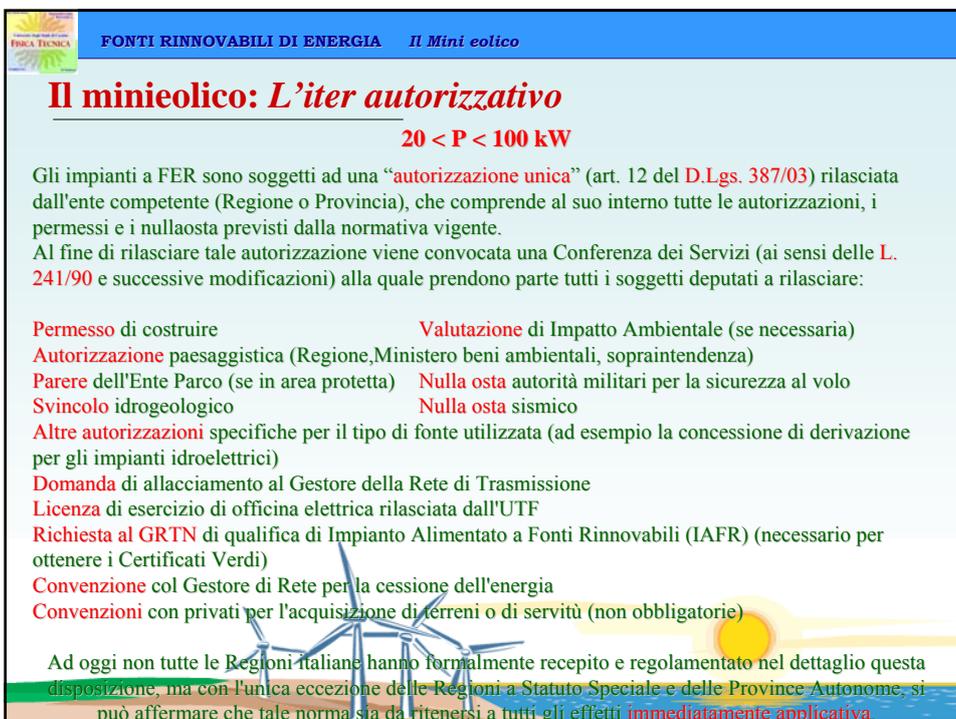
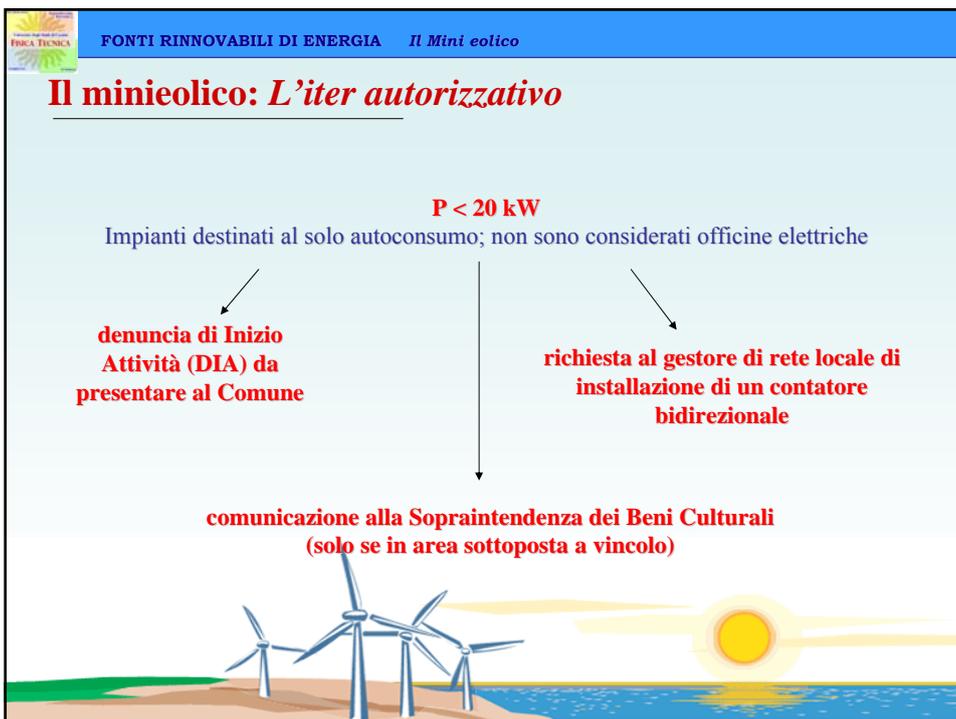
E' la possibilità di cedere alla rete elettrica locale l'energia prodotta da impianti a FER di P ≤ 20 kW e di prelevare dalla stessa rete i quantitativi di elettricità nelle ore e nei giorni in cui gli impianti rinnovabili non sono in grado di produrre.

Si paga la differenza, su base annua, dei consumi totali del cliente e la produzione del suo piccolo impianto, per cui è richiesta l'installazione di un doppio contatore con la funzione di calcolare la differenza suddetta (costo 30 €/a)

La richiesta deve essere presentata all'impresa distributrice (generalmente il GSE) competente nell'ambito territoriale in cui è ubicato l'impianto, la quale deve fissare anche i requisiti tecnici cui devono attenersi i sistemi di connessione tra l'impianto e la rete stessa, provvedendo se necessario all'adeguamento degli stessi

La quantità di elettricità scambiata è remunerata sotto forma di energia: se il saldo è positivo può essere portato a compensazione nei tre anni successivi







L'energia eolica

Quando soffia il vento,
alcuni costruiscono muri,
altri mulini a vento

(Proverbio cinese)

