



ANNO XIX

# L'AMBIENTE

PERIODICO TECNICO-SCIENTIFICO DI CULTURA AMBIENTALE

# 2

MARZO - APRILE  
2012

Water • To live • To work • Together



**caprari**  
pumping power

## HIGH FLOW LINE

caprari **efg**



Produzione di energia



Acquedottistica



Industria



Irrigazione / Bonifica



Acqua di mare



Fish farming



exclusive on: [www.caprari.com](http://www.caprari.com)

High Flow Line è la nuova linea di prodotti e soluzioni dedicata al pompaggio di grandi portate d'acqua. I prodotti di questa gamma sono interamente concepiti, ingegnerizzati e costruiti per rispondere a tutte le esigenze di pompaggio, con una scelta che permette ai progettisti e agli utilizzatori di ottimizzare prestazioni e costi di esercizio. Sono prodotti studiati per garantire altissimi livelli di efficienza, durata e affidabilità.

Per ogni progetto, High Flow Line offre la soluzione più idonea e con il miglior LCC - Life Cycle Cost. Poiché ogni impianto è unico, fin dalla fase di progettazione vengono applicati i seguenti criteri guida:

- selezione del prodotto più centrato all'applicazione
- miglior rendimento ottenibile
- affidabilità del sistema per limitare al minimo la manutenzione
- durata nel tempo a garanzia dell'investimento.

POSTE ITALIANE SPA - SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - D.L. 353/2003 (CONV. IN L. 27/02/2004 N. 46) ART. 1 COMMA 1, DCB MILANO

I.C.S.A.



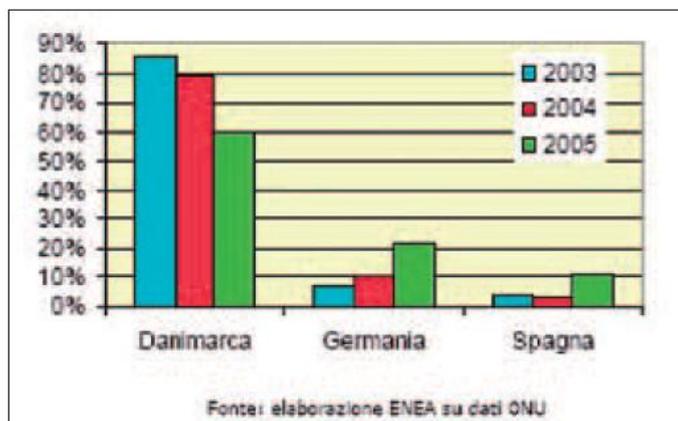
# Le fonti di energia rinnovabile in Italia

⇒ Paolo Pastore, centro ricerche CESAB ( ✉ paolo.pastore@cesabricerche.it )

Partendo dal "Rapporto sull'Energia 2009" stilato dall'ENEA, si delinea un quadro complessivo delle principali fonti di energia rinnovabile in Italia: l'eolico, il solare termico a concentrazione, l'energia da biomasse, il solare fotovoltaico. Esse rappresentano un valido supporto verso il mix energetico a cui dovrebbe orientarsi la politica energetica del nostro paese al fine di ottenere l'indipendenza dall'estero e di ridurre i costi dell'energia.

## Eolico

A partire dagli anni '70, la potenza e l'affidabilità degli aerogeneratori hanno avuto una crescita continua. Per quanto riguarda la diffusione dell'eolico, l'Europa, grazie al contributo di Danimarca, Germania e Spagna, è in posizione dominante, sia in termini di mercato che di sviluppo tecnologico. La potenza eolica connessa alla rete elettrica nel mondo ha già superato i 75.000 MW, corrispondente a una produzione di oltre 150 TWh, con una presenza europea intorno al 70%.



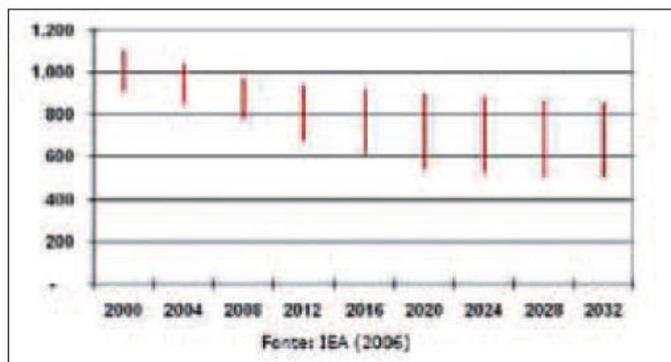
**Figura 1 - Quote sulle esportazioni mondiali nel settore eolico: la recente evoluzione in Europa (su valori in \$ correnti) (%).**

La quota di energia elettrica di provenienza eolica ha raggiunto il 20% in Danimarca, mentre valori che già superano il 6% sono registrati in Spagna e in Germania.

L'occupazione nel settore eolico è associata alle seguenti principali tipologie di attività:

- costruzione di generatori eolici, moltiplicatori di giri, rotore, torre, freni, sistemi elettronici, navicella;
- installazione di fondazioni, componenti elettrici, cavi e connessione alla rete, trasformatori, sistemi di controllo remoto, strade;
- potenziamento della rete elettrica;
- gestione/manutenzione.

Si osserva che, nel 1995, in Danimarca, paese che produce il 60%



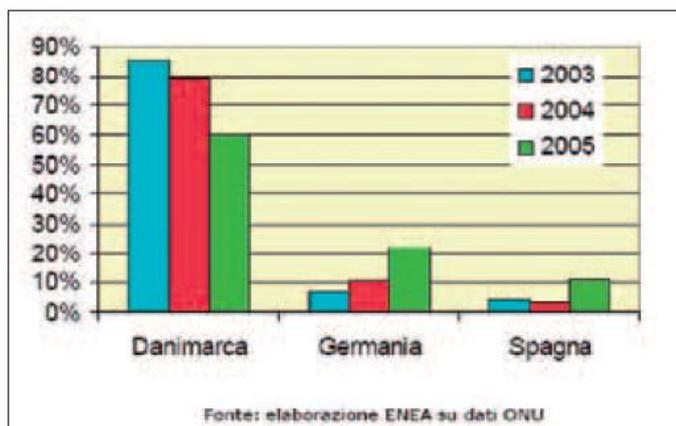
**Figura 2 - Costo attuale della generazione elettrica con eolico on-shore e proiezioni al 2032 (€/kW installato).**

delle turbine installate nel mondo, il numero di addetti coinvolti direttamente e indirettamente, con una potenza prodotta di 566 MW, è stato di 8.500. In questo computo non è considerata la voce "ricerca" che comprende attività di ricerca in senso tradizionale, ma anche attività eseguite da società di ingegneria, istituzioni bancarie e assicurative. Per quanto riguarda l'occupazione creata dalla gestione degli impianti, si stima che sia pari a circa 1 addetto per MW installato. Da questi dati risulta quindi che l'occupazione associata alla costruzione delle macchine è circa 4 volte maggiore a quella associata all'installazione e gestione degli impianti. Risulta significativo uno studio sul settore, redatto nel Regno Unito, un paese che, al contrario della Danimarca, importa gran parte delle turbine eoliche. In tale studio si è stimato che gli addetti nell'eolico, per il periodo 1994-95, sono stati un numero significativo, pari a circa 1.300.

In Italia la capacità produttiva annua è limitata a 500-600 macchine di media taglia (850 kW) e vi sono alcune società affermate, anche a livello internazionale. Attualmente gli impianti off-shore non stanno trovando una buona diffusione a causa dei costi che risultano maggiori del 50% rispetto ad un impianto di superficie (on-shore). La potenza globale installata in questo settore è pari a circa 800 MW. Il prezzo medio dei moderni impianti eolici on-shore di grande dimensione è di circa 1000\$/kW, mentre le installazioni off-shore sono più costose per un fattore superiore al 35%. In **Figura 2** si mostra la previsione dell'andamento del costo di un impianto on-shore entro il 2032: entro tale data si prevede un costo inferiore a 600\$/kW.

Il costo di generazione di energia eolica varia in funzione dei siti (paese o area) e delle diverse velocità del vento. Si può arrivare ad un valore di 0,20\$/kWh. Tale tecnologia ha ormai raggiunto livelli estremamente competitivi. Si aggiunge che l'introduzione del meccanismo di Emission Trading la renderà pienamente competitiva, anche senza limitare l'attenzione ai siti "migliori".

- Tuttavia tale tecnologia presenta alcune problematiche:
- è necessario intervenire sulle infrastrutture per il trasporto di elet-



**Figura 3 - Quote sulle esportazioni mondiali nel settore eolico: la recente evoluzione in Europa (su valori in \$ correnti) (%).**

tricità che rendano il sistema in grado di assorbire sia i picchi di produzione che una brusca mancanza di produzione;

- si devono affrontare le difficoltà di accettazione da parte della popolazione locale;
- rumore: tale problema è risolto dalle moderne tecnologie;
- inquinamento paesaggistico: tale problema può essere risolto impiegando il mini eolico. Recenti studi hanno dimostrato che un impianto del genere ben progettato è in grado di rendere la stessa energia di un normale impianto eolico.

Le installazioni off-shore possono risolvere entrambe le problematiche citate. A causa della maggiore presenza del vento non presentano grossi problemi di intermittenza di produzione energetica. Tuttavia tali impianti richiedono significativi costi addizionali dovuti alla diversa tecnologia delle turbine, che devono sopportare situazioni meteorologiche più difficili, alla realizzazione delle fondamenta nel mare, alle maggiori spese legate alla trasmissione dell'elettricità sulla terraferma e all'allacciamento alla rete.

### Solare termico a concentrazione

Ad oggi, nel settore della generazione di potenza da fonte solare, la tecnologia con maggiori margini di guadagno energetico è rappresentata dal solare termico a concentrazione con collettore parabolico lineare. Essa può essere impiegata come integratore di potenza nelle moderne centrali termoelettriche, comprese quelle a ciclo combinato, come riportato in **Figura 4**.

Si stima che in aree ad elevato irraggiamento solare tale tecno-



**Figura 4 - Schema di impianto di solare termico a concentrazione con collettore parabolico lineare.**

logia potrebbe immettere nella rete elettrica un'energia pari a 300 GWh/anno per chilometro quadrato di superficie captante. Tale quantità equivale alla produzione annua di un impianto termoelettrico tradizionale da 50 MWe funzionante per circa 6.000 h/anno. L'ostacolo principale allo sviluppo e alla diffusione di questa tecnologia è dato dall'elevato costo d'investimento unitario degli impianti, pari a 2,5-4 volte superiore a quello degli impianti a combustibili fossili. In conseguenza di ciò un kWh prodotto ha un costo doppio di quello di un impianto tradizionale a combustibile fossile. Per i prossimi dieci anni, la ricerca si è posta l'obiettivo di arrivare ad un costo di produzione con valori compresi tra 0,05 e 0,08 \$/kWh.

	Investimento (\$/kW installato)	Costo (\$cent/kWh)		
		attuale	breve termine	lungo termine
CST (tecnologia attuale)	4000*	8,0	8,0	10,4
CST (tecnologia attuale)	3220	6,2	6,2	8,6
impianto convenzionale a carbone*	1200	4,5	8,0	13,5
carbone pulito	1550	5,6	10	nd
carbone pulito (con sequestro di CO2)	2000	10 - 11	14 - 15	nd
nucleare	2200	6,0	10 - 11	nd

\*adeguato alla normativa vigente

Fonte: Clean fuel Institute - City College of New York

**Figura 5 - Costo della generazione elettrica da solare a concentrazione (CST) e da fonti fossili (\$cent/kWh).**

### Energia da biomassa

Con il termine "biomassa" si considerano tutto un insieme costituito da: biomasse di origine forestale, residui della lavorazione del legno, colture energetiche (specie vegetali che vengono espressamente coltivate per essere destinate alla produzione di energia), residui agricoli, effluenti delle industrie agroalimentari, deiezioni animali, frazione organica dei rifiuti solidi urbani (RSU), rifiuti domestici in raccolta differenziata, reflui civili. Le utenze principali in questo settore sono:

- il riscaldamento domestico;
- la produzione di calore di processo;
- la produzione di energia elettrica in impianti centralizzati;
- la produzione di biocarburanti liquidi.

Il punto 4 rappresenta l'unica fonte rinnovabile in grado di sostituire direttamente benzina e gasolio. In Italia sono diffusi la combustione diretta della biomassa (per produrre calore ed energia elettrica), la produzione di biogas da fermentazione anaerobica di reflui zootecnici, civili o agroindustriali e la trasformazione in biocombustibili liquidi. La combustione di biocombustibili è un processo alquanto complesso che vede diverse fasi: essiccazione, pirolisi, gassificazione e ossidazione. Il progresso tecnologico ha offerto delle soluzioni in grado di garantire alte prestazioni energetiche e basse emissioni. Un impiego molto interessante della biomassa è dato dall'attivazione di una rete di teleriscaldamento in zone montane dove non è distribuito il metano. In Italia sono operativi più di 20 impianti situati principalmente al Nord a servizio di migliaia di utenze residenziali. Nel settore industriale, vengono utilizzate caldaie per la valorizzazione di diversi residui di processo combustibili per produrre vapore da utilizzare direttamente o in cogenerazione. L'elettricità è prodotta attraverso la combustione diretta delle biomasse, intese sia come componente biogenica degli RSU sia come componente delle colture agroindustriali. Si ottengono potenze installate intorno ai 10 MW con rendimenti elettrici di generazione intorno il 18-20%. Negli ultimi anni sono state sviluppate tecnologie che consentono un aumento di produzione di metano (stimato attorno al 50%) da biomasse umide originate da reflui zootecnici. In tal caso la produzione di biogas degli impianti aumenta notevolmente migliorando l'interesse economico legato a questo processo.



## Solare fotovoltaico

Il solare fotovoltaico è considerato una tecnologia fondamentale verso un sistema energetico sostenibile. In questi anni si sta assistendo ad un forte sviluppo nei paesi che hanno investito in tale tecnologia. Si pensi, ad esempio, al Giappone e alla Germania, in cui già dalla fine degli anni '90 si è rilevata una forte accelerazione rispetto agli Stati Uniti, primo Paese a investire nel fotovoltaico già dagli anni 80. In Europa, la Germania, con 600 MW installati nel 2005 e una produzione di celle pari al 23% di quella mondiale, si conferma di gran lunga leader a livello mondiale. In questi anni sta emergendo la Spagna con 20 MW installati nel 2005 ed una produzione mondiale pari al 5%.

Attualmente, il costo dei moduli fotovoltaici standard è pari a circa 3 €/Wp, e si stima che dopo il 2020 possa raggiungere un valore prossimo a 0,5 €/Wp. Secondo uno studio dell'IEA del 2006, per ottenere una penetrazione consistente sul mercato del fotovoltaico, i costi di investimento totali dei sistemi connessi alla rete dovrebbero scendere intorno ai 1000€/kWp. Questo valore potrebbe essere raggiunto nel 2030. Per ridurre i tempi sono necessari notevoli investimenti destinati alla ricerca. Il costo attuale dell'energia elettrica fotovoltaica si colloca tra 0,30 e 0,60 €/kWh, che è maggiore di quello relativo alle fonti convenzionali. Si stima che il potenziale di diffusione della tecnologia è enorme (oltre 100 TWh a livello mondiale), ma al momento è difficile immaginare che essa possa raggiungere una diffusione di massa prima di almeno due decenni. Per questa tecnologia non sussistono particolari problemi di trasporto di energia. Invece, si presentano problemi per la distribuzione. Attualmente, le reti di distribuzione sono progettate e gestite per una sola direzione

della corrente elettrica mentre per una generazione distribuita (fotovoltaico e microgenerazione) le reti debbono invece diventare bidirezionali: in questo senso lo sviluppo dei sistemi di generazione distribuita potranno contribuire in modo rilevante alla diffusione di questa tecnologia.

## Bibliografia

- (1) Ministero dello Sviluppo Economico, *Bilancio Energetico Nazionale 2005, Direzione Generale dell'Energia e delle Risorse Minerarie, Osservatorio Statistico Energetico, 22 dicembre 2006.*
- (2) The Royal Academy of Engineering *The costs of generating electricity, marzo 2004.*
- (3) ENEA, *Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, Rapporto Energia e Ambiente 2006, Edito da ENEA-Unità Comunicazione, Roma, aprile 2007.*
- (4) F. Orecchini, E. Bocci, F. Zuccai, A. Santiangeli, *Elettricità da fonti energetiche rinnovabili: le potenzialità dell'Italia, La Termotecnica, Anno LVIII-n. 1, (81-87) gennaio/febbraio 2004.*
- (5) CNEL, *Consiglio Nazionale dell'Economia e del Lavoro, Orientamenti per una politica nazionale in materia di energia, Pronunce, vol. 78, 30 marzo 2005.*
- (6) GSE, *Gestore Servizi Elettrici, Le attività del Gestore dei Servizi Elettrici-Rapporto 2006, 2006.*
- (7) IEA, *International Energy Agency, World Energy Outlook 2006, OECD/IEA, 2006.*
- (8) IEA, *International Energy Agency, Tackling Investment Challenges in Power Generation, OECD/IEA, 2007.*