

# Vento di terra

**Il potenziale di sviluppo dell'eolico on-shore italiano è importante, ma persistono barriere**

di **Marco Giusti\***

**C**OP in crisi, politiche del Green Deal rallentate, direttive Europee contestate, l'uscita degli USA di Trump dall'Accordo di Parigi, proteste sui territori. Visto tutto ciò che viene riportato dai media, si potrebbe essere indotti a ritenere che la Transizione energetica stia rallentando. Fortunatamente non è così. O non è solo così. La Transizione energetica va avanti a grandi passi, con una falcata sempre più lunga, spinta dalle due "gambe tecnologiche", il fotovoltaico e l'eolico, oramai molto distanti dalle altre tecnologie. Al mondo sono in funzione 2.260 GWp di fotovoltaico e 1.136 GWe di eolico; ogni anno vengono installati sempre più nuovi impianti: nel 2024 ben 450 GWp di fotovoltaico 114 GWe di eolico. Il nuovo installato di eolico e fotovoltaico supera il nuovo installato termoelettrico a carbone, pari a 44 GWe nel 2024; anche tenendo conto, correttamente, dei diversi capacity factor medi stimabili nel 15% per il fotovoltaico, 28% per l'eolico e 55% per il carbone, e quindi passando dalle potenze alle energie prodotte, il nuovo fotovoltaico + eolico installati nel 2024 generano circa nuovi 870 TWh (591+279) rispetto ai 211 TWh del nuovo ter-

moelettrico a carbone. Il termoelettrico nucleare presenta invece una crescita modesta: l'installato nel 2024 risulta di nuovi 5 GWe, per un aumento di generazione (capacity factor del 76%) stimabile in 33 TWh. Ma il dato più positivo è l'aumento della nuova capacità installata di fotovoltaico, in continuo aumento; in 3 anni l'installato annuo è aumentato da 200 GWp a 450 e l'installato eolico da 80 GWe a quasi 120. (Tab. 1)

L'accelerazione della crescita dell'installato annuo rende traguardabile l'obiettivo indicato dalla Agenzia Internazionale dell'Energia per rispettare la Roadmap verso NetZero al 2050: 54.000 TWh di generazione di energia elettrica da fotovoltaico più eolico su un fabbisogno totale di circa 70.000 TWh, molto superiore agli odierni 31.000 TWh.



## Europa e Italia

In Europa, dove si genera e consuma 1/10 della energia mondiale, gli impianti fotovoltaici e eolici in funzione assommano 338 e 291GWp, generano 304 e 532 TWh e il nuovo installato 2024 risulta pari a 60 e 13 GWp. In Italia, dove si genera e consuma 1/10 circa della energia elettrica europea, e quindi circa 1/100 di quella mondiale, gli impianti fotovoltaici e eolici in funzione assommano 37 GWp e 12 GW, generano 36 e 23 TWh; l'installato nel 2024 risulta pari rispettivamente a 6,6 GWp e solo 0,6 GWe. Da questi sommari dati emergono elementi di preoccupazione:

- l'Unione Europea, proporzionalmente ai propri consumi, vanta ancora potenze installate complessive di fotovoltaico ed eolico e in specie eolico, proporzionalmente superiore alla media mondiale (rispettivamente 1/9 e 1/5); l'installato degli ultimi anni risulta invece praticamente proporzionale rispetto al resto del mondo, tanto nel fotovoltaico quanto nell'eolico (entrambe: 1/9). In sostanza: l'Unione Europea prosegue nella sua road map di decarbonizzazione ma sta rallentando e perdendo il ruolo guida di leadership mondiale; o meglio: la ha persa sul fotovoltaico e rischia di perderla sull'eolico;
- l'Italia, rispetto alla media mondiale, presenta un vantaggio solo relativamente al fotovoltaico in quanto l'installato complessivo delle due tecnologie è pari rispettivamente a 1/50 e 1/90; rispetto alla media UE l'Italia presenta un ritardo sensibile avendo un rapporto, nelle due fonti, pari a 1/9 e 1/23. Il ritardo italiano, sia rispetto al mondo che alla UE è particolarmente grave sull'eolico, in quanto i rapporti rispetto al mondo e alla UE risultano rispettivamente di 1/110 e 1/23;
- il ritardo italiano sull'eolico è particolarmente eclatante relativamente al nuovo installato: nel 2024 il nuovo installato italiano è solo 1/170 dell'installato mondiale e 1/21 dell'installato europeo.

## Il ruolo strategico dell'Eolico

A questo punto è doveroso chiedersi: è possibile arrivare al NetZero con una sola gamba, ossia con il solo fotovoltaico? La risposta è assolutamente no. Non è possibile perché, come noto ed evidente, la generazione da fotovoltaico è fortemente squilibrata a favore della stagione estiva e, soprattutto, è estremamente scarsa nella stagione invernale, mentre i consumi energetici italiani sono maggiori in inverno rispetto alle altre stagioni. È evidente come, in uno scenario di transizione energetica che già oggi registra una forte prevalenza del fotovoltaico, lo sbilanciamento che si verrebbe a creare fra domanda e generazione rischia di risultare insostenibile; nel caso estremo di totalità di generazione da fotovoltaico l'ordine di grandezza dello sbilanciamento cumulato, ossia della quantità di energia da stoccare in estate per essere messa a disposizione in inverno risulterebbe pari a ¼ del fabbisogno annuo complessivo, ossia, a consumi attuali, qualcosa come 75 TWh, o, a consumi efficientati elettrificati e a NetZero, 150 TWh. È assolutamente evidente l'impossibilità di costruire, con qualsiasi tecnologia, sistemi di storage stagionali di queste dimensioni, come è evidente la insostenibilità economica di sistemi di stoccaggio che lavorino soltanto su 1 ciclo annuo. Solo a titolo esemplificativo si ricorda come l'intero volume energetico stoccabile nella totalità degli invasi idroelettrici assomma a scarsi 5 TWh. È evidente quindi il ruolo strategico dell'eolico: ribilanciare e compensare la generazione del fotovoltaico. Infatti, fortunatamente, la generazione eolica è preponderante in inverno rispetto all'estate ed è quindi stagionalmente complementare al fotovoltaico.

Quindi: solo uno sviluppo equilibrato delle due tecnologie può garantire una transizione energetica e una totale decarbonizzazione garantendo disponibilità di energia in tutti i mesi dell'anno. In altre parole: non si corre lontano saltellando su una sola gamba. Ed invece è quanto l'Italia sta realmente facendo: il nuovo installato fotovoltaico ed eolico in Italia è pari a 5 GWp e 0,4 GWe nel 2023 e a 6 GWp e 0,6 GWe nel 2024.

Vento di terra

**La necessità di eolico**

Per arrivare alla completa decarbonizzazione è necessario un Masterplan ventennale, che pianifichi, in modo tecnicamente razionale e socialmente condiviso, come ripartire l’effort innanzitutto fra le tre principali strategie, che sono:

- la riorganizzazione sociale finalizzata al contenimento e riduzione dei fabbisogni finali di energia (più precisamente: degli Energy services forniti dagli apparecchi finali) ad un livello più sostenibile di quello attuale;
- l’efficientamento di tutti gli “usi finali”, ottenibile tramite una elettrificazione spinta dei consumi, finalizzato a ridurre la quantità di energia primaria necessaria a soddisfare gli Energy services;
- la totale sostituzione delle fonti fossili con le fonti rinnovabili.

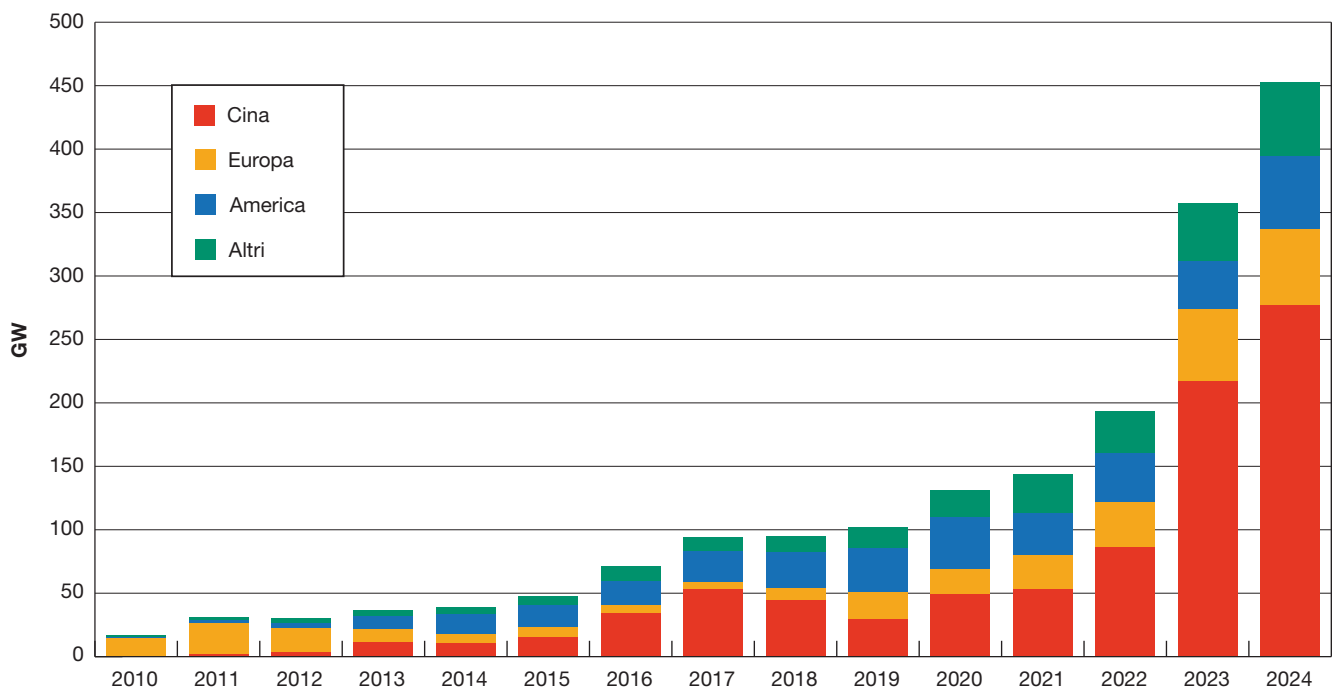
Ma è soprattutto fondamentale scegliere il corretto MIX tecnologico e geografico delle fonti rinnovabili necessario a disporre di un sistema

energetico resiliente ed affidabile in tutte le stagioni dell’anno, nonché dotarlo degli adeguati sistemi di storage e riserva strategica. Ipotizzando che le prime due leve, organizzazione sociale, efficientamento ed elettrificazione, possano dimezzare il fabbisogno di energia primaria ricordiamo come nel sistema attuale meno del 40% dell’energia arriva a servire gli “energy services”, il resto è perso, e che quindi il fabbisogno totale di energia primaria, comprensiva quindi di trasporti e patrimonio edilizio, possa attestarsi intorno a 600-700 TWh/anno, il fabbisogno da coprirsi tramite eolico deve arrivare ad almeno 200 TWh per riuscire, pur con sistemi costosi di storage stagionali e un potenziamento delle interconnessioni con il Nord Europa, a coprire il fabbisogno energetico in tutti i mesi.

**L’eolico on-shore in Italia**

Considerata la “necessità strategica dell’eolico”, occorre interrogarsi sulla reale e concreta disponibilità della risorsa. Questo va fatto esplorando

**TABELLA 1**  
Capacità solare installata annualmente 2010-2024



Elaborazione dati IRENA dal report Renewable capacity statistics 2025, [www.irena.org/Data/Statisticalpublications/Yearbooks](http://www.irena.org/Data/Statisticalpublications/Yearbooks)

quattro ambiti di risorse potenziali:

- i repowering;
- i nuovi siti on-shore;
- l'off-shore su fondazione;
- l'off-shore galleggiante;

Ecco alcune considerazioni sui primi due potenziali.

### Potenziale del Repowering

Il potenziale è decisamente molto importante. È sufficiente analizzare pochi casi concreti per verificare come, pure rimanendo nel limite del 15% di ampliamento dell'area dell'impianto esistente (limite posto dalla Norma per essere "area idonea ex lege"), sia abbastanza agevole installare un numero di nuove turbine fra 1/3 e 1/2 di quelle esistenti, con potenze singole da 2,5 a 6 volte e potenze complessive risultanti fra 1,6 e 3 volte rispetto all'impianto esistente, con media e moda di poco superiore a 2. L'aumento di potenza delle singole turbine comporta l'aumento della dimensione dei rotori e dell'altezza del rotore stesso, frequentemente intorno o sopra ad un fattore 1,5; innalzando l'asse di rotazione aumenta ovviamente la velocità media del vento intercettato, secondo una funzione logaritmica, in funzione dell' "wind-share" tipico del sito; opportuno ricordare al riguardo che l'energia cinetica convertita in energia elettrica è proporzionale al cubo delle velocità, quindi incrementi di velocità dell'ordine del 10% consentono aumenti di generazione del 33%, ed incrementi del 20%, consentono aumenti del 70%. Tutto ciò porta ad aumento del capacity factor del sito mediamente dell'ordine del 50%. In sostanza: potenze installate grazie al repowering pari al doppio dell'esistente, moltiplicati per un capacity factor, aumentati del 50% grazie all'aumento di altezza, portano almeno a triplicare l'energia concretamente producibile sul sito repowerizzato. La stima qui sintetizzata è cautelativa. Si rimanda al riguardo all'articolo "Re-Powering Italian Wind Farms: a Feasibility Study from Theory to Practice", (scritto in collaborazione fra il dipartimento di Ingegneria industriale della università di Firenze, Agsm Aim e il GSE) pubblicato su Journal of Physic. Anche questa stima, conservativa, porta a un potenziale di generazione,

grazie al Repowering, di circa 75 TWh; valore che potrebbe aumentare sensibilmente se il dettame della norma, relativamente al limite superiore di aumento dell'area del sito, fosse aumentato dall'attuale 15% al 25%. E ciò senza considerare i siti di grande ventosità (si pensi alla Basilicata) di fatto occupati da mini o microeolico, che potrebbero essere disponibili, se la norma fornisse gli adeguati strumenti in forza della pubblica utilità, per installazioni energeticamente sensate.

### Potenziale dei nuovi siti

Stimare il potenziale italiano di nuovi siti è sicuramente un esercizio più complesso. Partiamo dal dato anemologico: esistono ancora in Italia circa 3.000 km di crinali con un potenziale eolico oggi non sfruttato. Anche ipotizzando che limiti geotecnici, logistici, di connessione e ambientali consentano a solo 1/3 di questi di essere concretamente sviluppabili, e certamente 1/3 è un dato estremamente cautelativo, su questi crinali possono essere installate almeno 2.000 turbine di media o grande taglia, mediamente 5 MWe, per un totale di 10 GWe, capaci di produrre 25 TWh. Oltre a questi vi sono vastissime aree collinari ancora utilizzabili con turbine di grande taglia (anche in considerazione delle minori ventosità), per un ordine di grandezza stimabile in 10 TWh. Quindi, a "regole attuali", possono trovare collocazione in Italia altri impianti eolici in siti green field per una generazione stimabile in 35 TWh, che sommati ai 75 TWh generabili negli attuali siti post repowering, portano il potenziale eolico on-shore in Italia nell'ordine dei 110 TWh. Questa è una stima minima, in quanto molti fattori portano ragionevolmente a ritenere che i siti con potenziale eolico concretamente sfruttabile potrebbero risultare anche sensibilmente superiori. Ciò in considerazione di alcune considerazioni qualitative:

- lo sbilanciamento fra fotovoltaico ed eolico sta già causando una differenza di prezzo fra mesi estivi ed invernali, con prezzi invernali superiori del 20% rispetto ai prezzi estivi. Il "capture price" dell'eolico, più produttivo nei mesi invernali, si avvia ad essere sensibilmente superiore a quello dell'eolico; tale fenomeno purtroppo è destinato ad aumentare. Per converso il maggior capture price dell'eolico

## Vento di terra

renderà interessanti anche siti con minore ventosità;

- i monitoraggi ambientali stanno rendendo evidente, e nel tempo lo renderanno ancora più evidente, ciò che gli operatori sanno da tempo: gli impatti reali dell'eolico sono estremamente inferiori agli impatti supposti in passato (e, ahimè, a volte anche nel presente) e ancor più inferiori agli impatti percepiti. Molte restrizioni ambientali potranno essere riconsiderate di conseguenza;
- anche alcune normative, ad esempio quella acustica, vengono oggi applicate al settore eolico in modo estremamente più restrittivo rispetto ad altri settori, generando vincoli, limitazioni, diminuzioni sul potenziale sviluppo sproporzionate rispetto al reale impatto / fastidio. Anche piccole revisioni rispetto alle attuali interpretazioni dell'impatto acustico, ripeto insensatamente limitanti, potrebbero aumentare le dimensioni dei siti a disposizione. Si pensi al riguardo come attualmente la interpretazione dei limiti acustici rendono difficilmente installabili turbine a meno di 500 metri da edifici residenziali, e talvolta persino da edifici abbandonati;
- win particolare, il tema dell'impatto paesaggistico viene usato in modo strumentale e ostativo, o quanto meno in modo assolutamente sproporzionato rispetto agli altri, pure legittimi, interessi in gioco, sia di tutela territoriale che di contrasto al global warming. E poi c'è da chiedersi: è impatto in quanto sottrazione di risorsa o è percezione di impatto?

### Potenziale complessivo On-Shore

Ritengo quindi plausibile che fra potenziamento da Repowering e nuovi siti il potenziale eolico complessivo sfruttabile concretamente a "regole attuali" sia in grado di garantire una generazione di circa 110 TWh; altrettanto ritengo che le considerazioni qualitative sopra accennate possano ampliare questo potenziale del 20-30%. A questo potenziale vanno aggiunti i potenziali di generazione degli impianti off-shore, nel breve periodo fissi, nel medio lungo floating. Certamente per

avvicinarsi a questi valori occorre superare alcuni blocchi, innanzitutto culturali e poi, conseguentemente, normativi, fra i quali:

- rendere consapevoli i cittadini che la transizione energetica è da un lato necessaria ed urgente per arrestare il global warming e il conseguente aumento, in frequenza e potenza, degli eventi estremi, e dall'altro è auspicabile per rendere Italia e UE più autonoma nell'approvvigionamento energetico e per abbassare i prezzi dell'energia, a beneficio di famiglie e imprese e competitività del Paese;
- rendere consapevoli i cittadini che la transizione energetica necessita, per avere a disposizione l'energia in tutte le stagioni dell'anno e in tutte le giornate, di un ben calibrato MIX di tecnologie ed un equilibrato sviluppo in tutte le regioni d'Italia, e con questo fine, di una particolare attenzione e spinta allo sviluppo eolico;
- evidenziare come gli impatti reali delle FER, e nello specifico dell'eolico, sono estremamente più contenuti di quanto asserito dai suoi detrattori;
- integrare il quadro normativo e pianificatorio prevedendo un MIX equilibrato fra fonti e costruendo un nuovo "burden sharing" per fonte;
- rivedere il concetto stesso di area idonea: in generale tutte le aree dovrebbero essere idonee a priori se utili per contrastare un danno enormemente più grande; ma in particolare mentre è comprensibile e razionale cercare di collocare gli impianti fotovoltaici, che sfruttano una risorsa naturale presente ovunque, nelle aree di minor pregio, altrettanto è irrazionale farlo nell'eolico, laddove la risorsa è presente in un numero limitato e finito di siti. Occorre al riguardo rendere realmente utilizzabile almeno il 50% dei siti ventosi.

Quindi: la necessità di eolico è grande e non diversamente surrogabile, il potenziale esiste ed è considerevole, ma il lavoro da compiere sul versante comunicativo, culturale e normativo è cospicuo e urgente. ♦

\*Direttore Ingegneria e Ricerca Agsm Aim e autore del libro: "L'urgenza di agire, perché e come abbandonare rapidamente le fonti fossili"

