



Ambasciata d'Italia

Oslo

# La produzione energetica da fonti rinnovabili in Norvegia



# INDICE

1. INTRODUZIONE .....	3
2. IL SETTORE DELL'ENERGIA SOLARE .....	5
2.1. Il settore del solare in numeri .....	6
2.2. Condizioni quadro per l'energia solare e il "legal framework" .....	7
2.3. Il settore e il futuro del solare in Norvegia .....	7
2.4. Incentivi e crescita del settore .....	9
2.5. La produzione di energia solare solari in futuro .....	10
2.6. Innovazioni tecnologiche nel solare .....	11
2.7. I parchi solari galleggianti .....	12
2.8. I pannelli solari integrati (BIPV) .....	13
3. IL SETTORE DELL'ENERGIA EOLICA .....	14
3.1. I parchi di turbine eoliche in Norvegia .....	14
3.2. Sviluppo del settore e sfide verso il 2030 .....	15
3.3. Le navi WTIV .....	21
3.4. Impatto ambientale .....	22
4. IL SETTORE DELL'ENERGIA IDROELETTRICA .....	23
5. NUOVE FORME DI ENERGIA RINNOVABILE .....	25
5.1. L'energia da moto ondoso .....	25
5.2. La bioenergia .....	26
5.3. L'energia geotermica .....	27
6. CONCLUSIONI .....	29
7. FONTI .....	30

Contenuti: Monica Ballerini Stähli, Marta Bredy

Redazione: Marta Bredy

Layout: Marta Bredy



Ambasciata d'Italia  
Oslo

Inkognitogata 7, 0244 Oslo

Tel. +47 23 08 49 00

[ambasciata.oslo@esteri.it](mailto:ambasciata.oslo@esteri.it)

<https://amboslo.esteri.it>

 [@ItalyinNORISL](https://www.facebook.com/ItalyinNORISL)

 [@ItalyinNOR\\_ISL](https://twitter.com/ItalyinNOR_ISL)

 [@italyinnorway](https://www.instagram.com/italyinnorway)

# 1. INTRODUZIONE

Nonostante la Norvegia produca quasi esclusivamente energia elettrica da fonti rinnovabili (in grande parte idroelettrica) il settore energetico “green” è in forte espansione e beneficia di numerosi incentivi governativi. Questo e.book si concentra sulla produzione di energia nei settori solare, eolico e idroelettrico, con un breve approfondimento sulle nuove fonti rinnovabili attualmente in fase di sviluppo.

Come mostrato nella figura 1, l’89,1% dell’energia elettrica in Norvegia è generata da fonti idriche, il 9% dall’eolico e solo l’1% da gas naturali. Questa distribuzione pone la Norvegia in una posizione ideale dal punto di vista della sostenibilità ambientale: il Paese vanta infatti una delle impronte di carbonio più basse in Europa nel settore elettrico, pur essendo un grande produttore di energia su scala globale. L’elevata diffusione dell’idroelettrico rappresenta un vantaggio strategico significativo.

Si tratta infatti di una fonte tra le più efficienti e affidabili: consente una produzione stabile, facilmente modulabile in base alla domanda, e con un impatto ambientale minimo in termini di emissioni di CO<sub>2</sub>. Inoltre, le infrastrutture idroelettriche norvegesi sono ben sviluppate e capillarmente distribuite sul territorio, grazie alla morfologia favorevole del Paese e all’abbondanza di risorse idriche.

Tuttavia, nonostante l’attuale eccellenza nel settore, si prevede un aumento significativo della domanda energetica nei prossimi decenni. Per questo motivo, la Norvegia sta puntando a diversificare ulteriormente il proprio mix energetico, con forti investimenti nell’eolico onshore e offshore, e nello sviluppo di nuove tecnologie rinnovabili emergenti, al fine di garantire un approvvigionamento energetico sicuro, pulito e sostenibile nel lungo periodo.

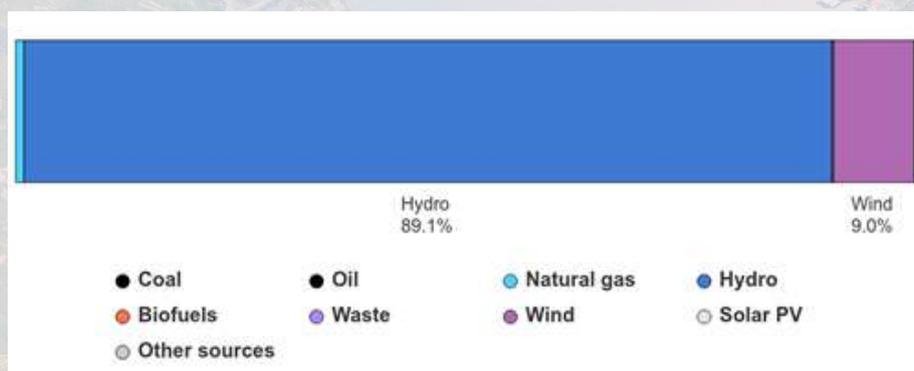


Figura 1 - Fonti di generazione di energia elettrica, Norvegia, 2023

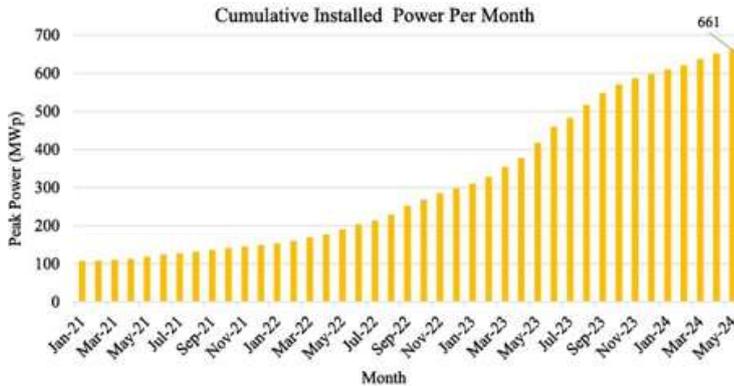


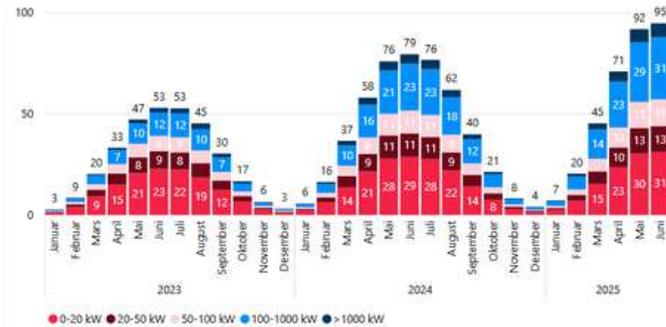
Figura 2 - Potenza fotovoltaica cumulativa mensile installata in Norvegia da gennaio 2021 a maggio 2024 (fonte: NVE)

La Figura 2 illustra la potenza solare fotovoltaica cumulativa mensile installata in Norvegia da gennaio 2021 a maggio 2024, sulla base dei dati NVE. I dati, misurati in kWp, riflettono la capacità fotovoltaica totale aggiunta alla rete nazionale ogni mese. Il grafico mostra un aumento costante della potenza fotovoltaica cumulativa installata nel periodo osservato. In particolare, si è registrato un aumento significativo della crescita a partire dalla metà del 2022, evidenziando un crescente interesse per l'adozione dell'energia solare.

La Figura 3 mostra invece la stima della produzione cumulativa in GWh degli impianti fotovoltaici in Norvegia da gennaio 2022 a maggio 2025, raggruppati per dimensioni. Come si può osservare, c'è stata una crescita costante da un anno all'altro, arrivando fino a un record di 98 GWhb nell'ultimo periodo.

Nella primavera del 2024, la prima centrale solare norvegese su larga scala, Furuseth Solkraftverk a Stor-Elvdal, è stata collegata alla rete e da allora producendo elettricità su un'area di circa 200 ettari. Lo sviluppatore è Solgrid AS, una joint venture tra le società energetiche Østfold Energi, Akershus Energi e la società di investimenti Obligo. La centrale solare ha una produzione annua di 6,4 GWh, che equivale al consumo di circa 320 case unifamiliari.

Nonostante il progresso, si tratta comunque di uno sviluppo lento rispetto a quello di altri Paesi, nonostante la Norvegia possieda le condizioni climatiche e morfologiche ottimali alla produzione di energia solare.



## 2. IL SETTORE DELL'ENERGIA SOLARE

Per energia solare si intendono sia gli impianti fotovoltaici, la cui energia viene utilizzata per il riscaldamento dell'acqua, sia solari termici, che alimentano riscaldamento e illuminazione. Si tratta di fonti di energia che presentano diversi vantaggi, tra cui gli incentivi promossi da molti Governi, la lunga durata degli impianti (25-30 anni) e la possibilità di riciclare i materiali utilizzati, come ad esempio il silicio.

Le aree coperte dagli impianti sono tuttavia estese, e presentano elevati costi di installazione. Questi elementi, combinati con la mancanza di luce solare in alcune aree del mondo e periodi particolari dell'anno, rappresentano ostacoli importanti all'utilizzo dell'energia solare.

Nonostante ciò, a livello globale la capacità produttiva è aumentata di ben 27 volte nel corso dell'ultimo decennio, anche grazie al rapido sviluppo portato avanti dai Paesi asiatici, la Cina prima tra tutti.

Nel 2024, sono stati installati volumi di capacità fotovoltaica senza precedenti, guidati dalla Cina con una stima di 357,3 GW, seguita dall'Unione Europea (62,6 GW), dagli Stati Uniti (47,1 GW) e dall'India (31,9 GW), mentre oltre 30 Paesi hanno installato più di 1 GW ciascuno.

Per quanto riguarda la Norvegia, come evidenziato da SolEnergi Klyngen, lo sviluppo dell'energia solare può fare affidamento su condizioni ottimali quali le basse temperature, che favoriscono il funzionamento degli impianti, e giornate caratterizzate da molte ore di luce nel periodo estivo.

Le aree più favorevoli all'installazione degli impianti si trovano nell'est e nel sud del Paese, dove le radiazioni solari sono più forti (700-1000 kWh per chilometro quadrato all'anno).

## 2.1. Il settore del solare in numeri

Nel tentativo della Norvegia di diversificare il suo mix energetico e di ridurre la sua dipendenza dai combustibili fossili, l'energia solare ha acquisito sempre più importanza. Storicamente noto per le sue vaste risorse idroelettriche, il paese riconosce ora l'importanza dell'energia solare come fonte complementare di generazione di elettricità rinnovabile.

Grazie alla rapida diminuzione dei costi dei sistemi solari fotovoltaici (PV) e ai progressi della tecnologia solare, la possibilità di sfruttare l'energia solare nei diversi paesaggi norvegesi, comprese le aree urbane, i terreni agricoli e i siti industriali, è migliorata in modo significativo.

Secondo NVE, l'Ente Nazionale per le Risorse Idriche e l'Energia, il solare costituisce attualmente ancora una piccola parte della produzione totale norvegese, eppure si tratta del settore in più rapida crescita.

In particolare, lo sviluppo fa riferimento alle strutture collegate alla rete elettrica, piuttosto che a quelle autonome, rappresentando attualmente circa il 90% degli impianti esistenti.

Nel 2024, la Norvegia ha installato 148,68 MW di energia solare, secondo i dati NVE. La cifra è in calo rispetto al 2023, anno record per la diffusione dell'energia solare, che ha visto l'aggiunta di 306,17 MW, ma è in linea con i 149,97 MW installati nel 2022.

Secondo i dati dell'International Energy Agency (IEA), nel 2023, la potenza totale installata fornisce una produzione annua prevista di energia da celle solari di circa 358 GWh, che corrisponde allo 0,24% di tutta la produzione di energia rinnovabile in Norvegia.



## 2.2. Condizioni quadro per l'energia solare e il "legal framework"

Al fine di incentivare lo sviluppo dell'energia solare, enti pubblici e privati hanno istituito programmi di sussidi per l'installazione dei pannelli. Da ottobre 2023, l'agenzia statale Enova, ad esempio, offre ai privati finanziamenti 7.500 NOK (€ 654) + 1.250 NOK (€ 109) per kW installato, fino ad un totale di 32.500 NOK (€ 2.830,75).



Per quanto riguarda il quadro legale, la legge norvegese prevede alcuni criteri particolari. I sistemi ad energia solare vengono classificati come "impianti tecnici" che devono essere registrati, mentre interventi su edifici già esistenti sono esenti dall'obbligo di registrazione.

Gli impianti fotovoltaici ad alta tensione sono soggetti all'obbligo di licenza ai sensi della Legge sull'energia. È necessaria anche una licenza se il proprietario di un impianto solare desidera stabilire linee a bassa tensione verso edifici vicini al fine di vendere a terzi l'energia prodotta o in eccesso.

Gli impianti solari più piccoli che possono essere collegati ad impianti a bassa tensione già presenti non necessitano invece di licenze.

## 2.3. Il futuro del solare in Norvegia

La maggior parte degli impianti ad energia solare installati in Norvegia è connessa alla rete e l'energia prodotta dall'impianto viene normalmente utilizzata dall'edificio stesso o da un edificio nelle immediate vicinanze.

Norsk Solenergiforening spinge per l'adozione di misure volte a stimolare la vendita di energia solare tra privati, creando ad esempio dei "distretti energetici autonomi".

A partire dal 2024, una nuova legge obbliga tutti i nuovi edifici governativi a installare pannelli solari, una norma parte di un più ampio accordo governativo su una revisione del bilancio fiscale per il 2023.

In base all'accordo, la Norvegia ha anche stabilito un obiettivo per il 2030 di 8 TWh di produzione annuale di energia solare, circa il 5% della produzione media annuale del Paese.



Nonostante i progressi, rimangono alcuni problemi da risolvere, come ad esempio quello del ritorno sul capitale investito.

Un altro ostacolo sono i prezzi dell'energia elettrica in Norvegia, che sono i più bassi d'Europa, e di conseguenza non inducono i proprietari di case a investire in fonti alternative di energia.

Da non dimenticare è anche un aspetto culturale: chi vive in aree urbane e sub-urbane in Norvegia cambia casa molto spesso e non è interessato a investire a lungo termine in sistemi energetici alternativi.

Il Governo, inoltre, non è interessato a incentivare il fotovoltaico, perché il 95% della produzione di energia elettrica in Norvegia proviene già da fonti rinnovabili come quella idroelettrica.

Il maggiore produttore di energia solare in Norvegia è Statkraft ([www.statkraft.no](http://www.statkraft.no)). Alla fine del 2024, Statkraft aveva 2,2 GW in costruzione (di cui oltre 1 GW solare), soprattutto al di fuori dei Paesi nordici.

Energeia ([www.energeia.no](http://www.energeia.no)) è tra le imprese che intendono costruire nuovi parchi solari. Con più di 20 anni di esperienza nel settore, Energeia ha uffici in Norvegia, Paesi Bassi e Italia.

## 2.4. Incentivi e crescita del settore

Si prevede che la combinazione di impianti a pannelli solari, parchi solari e centrali solari galleggianti raggiungerà un giro d'affari di 6-11 miliardi di euro nel 2030, generando 10.000 posti di lavoro in Norvegia, se si include tutta la filiera, dall'industria di processo che fornisce le materie prime come il silicio, al consumo. La crescita dell'industria solare in Norvegia incontra però alcuni ostacoli normativi, nonostante sia chiaro che l'energia solare abbia il potenziale di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>, garantire una maggiore sicurezza di approvvigionamento energetico e un'edilizia più sostenibile.

La crescita dell'industria solare non dipende solamente dall'accesso alle materie prime, ma anche alla possibilità di accedere alle competenze necessarie, allo sviluppo tecnologico e a manodopera qualificata. La crescita della domanda di energia solare ha portato alla nascita di una grande industria a livello globale, con un fatturato annuo di circa 100 miliardi di euro. Circa 400 milioni di pannelli solari vengono installati all'anno - più di un milione al giorno. In Norvegia, per ora, il settore impiega soltanto 2.000 persone, ma è in costante crescita: nel 2024, sono stati installati circa 450.000 nuovi pannelli solari.

Esistono diverse aziende norvegesi che costruiscono e gestiscono grandi centrali solari in altri paesi, come la Scatec Solar, Statkraft e Equinor. Un grande numero di aziende energetiche norvegesi sta investendo nello sviluppo di centrali, anche scollegate dalla rete. Anche le aziende responsabili della produzione di silicio hanno forti ambizioni di crescita, assieme ai produttori di impianti galleggianti e di pannelli solari integrati negli edifici, tecnologie relativamente nuove che possono ridurre i costi di installazione dei pannelli solari e aumentare radicalmente l'impiego di energia solare nell'edilizia.



## 2.5. La produzione di energia solare in futuro

La capacità produttiva installata degli impianti solari in Norvegia è cresciuta rapidamente negli ultimi dieci anni e ha raggiunto a fine 2024 i 768 MWp. Il balzo della capacità è stato particolarmente evidente nel 2023, quando la potenza installata è quasi raddoppiata, passando da 299 MWp a 597 MWp.

Questo dimostra che le misure prese dal Governo per stimolare la crescita, come ad esempio il supporto fornito da Enova, funzionano. Anche grazie a costi di installazione in diminuzione e ad una maggiore consapevolezza per il risparmio energetico e i benefici ambientali dell'energia solare, si prevede una forte crescita del settore.

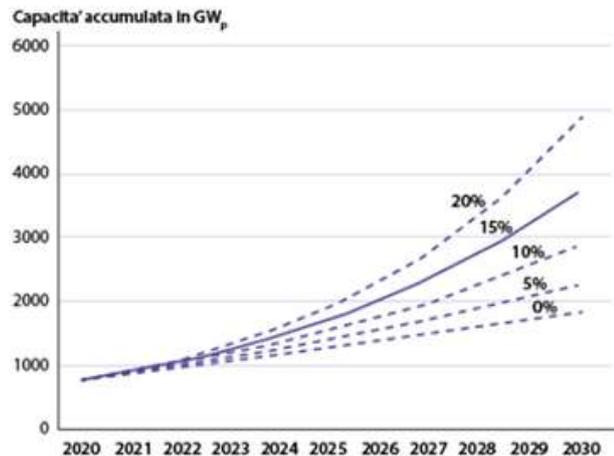


Figura 4 - Previsioni di sviluppo della capacità accumulata nella produzione (in GWp) di energia solare verso il 2030, con diverse probabili percentuali di crescita. (Fonte: NVE)

Un tipo di regolamentazione che potrebbe avere un effetto positivo sulla crescita del settore è l'introduzione di requisiti ambientali più severi negli edifici, oltre a incentivi all'installazione e una maggiore sensibilizzazione dell'opinione pubblica sulla produzione e la condivisione dell'energia solare.

Nonostante i costi di installazione siano bassi (1 euro/Wp), gli impianti fotovoltaici richiedono un periodo di ammortamento relativamente lungo (fino a 20 anni).

L'energia solare non può che assumere un ruolo sempre più significativo in Norvegia, sia a causa dei processi di elettrificazione industriale in atto, sia per la necessità di produrre sempre maggiori quantità di energia rinnovabile in settori come quello edile e dei trasporti. A livello internazionale, l'energia solare ha superato l'energia eolica nel 2020 per capacità installata.

La Figura 5 mostra le previsioni di sviluppo della capacità accumulata nella produzione (in GWp) di energia solare verso il 2030, con diverse probabili percentuali di crescita. La stima più probabile sembra essere una crescita annua del 15% a livello globale.

## 2.6. Innovazioni tecnologiche nel solare

Le centrali solari di domani saranno centrali integrate con altri impianti e in grado di offrire una serie di servizi aggiuntivi come l'accumulo di energia tramite batterie e soluzioni digitali di automazione. Ciò include la necessità di fare scelte - posizione geografica, accesso alle risorse, logistica, funzionamento, manutenzione, finanziamento e competenza - per sviluppare progetti redditizi.

Una possibilità importante per la crescita del settore è il coordinamento e l'integrazione della produzione di energia solare con altri tipi di energia rinnovabile - eolica e idroelettrica - al fine di produrre energia anche in periodi di siccità o con scarsità di vento. Tramite la co-locazione o l'ibridazione di impianti solari e eolici si ottiene un migliore utilizzo dell'elettronica di potenza e della rete, con conseguente riduzione dei costi e della necessità di accumulo.

L'emergere di impianti fotovoltaici intelligenti o integrati (BIPV) negli edifici e di altre soluzioni innovative, potrebbero rappresentare incentivi importanti a lungo termine. La Norvegia ha importati istituti di ricerca nel settore, tra cui la FME SUSOLTECH e il Norwegian Solar Energy Cluster, che conta oltre 100 aziende associate in Norvegia. Un gran numero di aziende si dedicano all'installazione di impianti fotovoltaici, come Solar Cell Specialist, FUSen e Otovo. Quest'ultima ha usato la Norvegia come trampolino di lancio per diventare uno dei fornitori leader di impianti fotovoltaici in Europa e Sud America, e punta a restare il più grande attore in Europa nel segmento al dettaglio.

L'enorme quantità di silicio puro richiesta dal solare offre una grande opportunità all'industria estrattiva norvegese. Per produrre pannelli solari con una capacità totale di 3.000 GWp servono 10 milioni di tonnellate di silicio. Un chilo di silicio costa 0,6-1 euro, quindi parliamo di un valore compreso tra 6 e 10 miliardi di euro. In Norvegia, il mercato del silicio è cambiato molto negli ultimi anni: la Norsun, un tempo produttrice leader di wafer di silicio monocristallino di altissima qualità, ha chiuso l'impianto di Årdal da 1 GWp all'anno nel dicembre del 2024, per concentrarsi in uno stabilimento da 5 GW negli USA. Invece, la Norwegian Crystals, produttrice di silicio monocristallino in una fabbrica a Glomfjord, ha dichiarato bancarotta nel 2023. Nonostante questo, la Norvegia è il quarto paese al mondo per produzione di silicio (340,00 tonnellate prodotte nel 2023), dopo la Cina, Russia e Brasile.

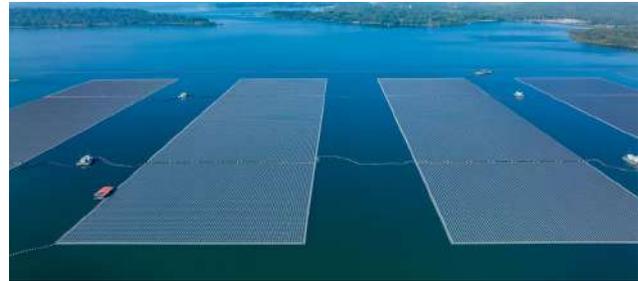
L'industria solare produce pannelli solari sempre più efficienti, costruiti con wafer di silicio di alta qualità e a prezzi concorrenziali, la cui elevata efficienza riduce anche i costi operativi. Una chiara indicazione di questa svolta è come il mercato si sia allontanato dalla tecnologia multicristallina, che in precedenza era dominante nel settore, passando a quella monocristallina - un processo impegnativo e costoso.

Nonostante la produzione di silicio sia ad alta intensità energetica, quella dell'industria norvegese è notevolmente sostenibile, grazie all'utilizzo dell'energia idroelettrica. La REC Solar riutilizza ad esempio 100.000 tonnellate di silicio all'anno, con una riduzione di consumo di energia dell'85%.

## 2.7. I parchi solari galleggianti

I parchi solari galleggianti sono un settore nuovo e in rapidissimo sviluppo, che sfrutta aree poco utilizzate, ma che richiede strutture di supporto e logistiche innovative. Collegando i parchi solari galleggianti a centrali idroelettriche è inoltre possibile raffreddare i pannelli solari utilizzando l'acqua. La capacità installata dei parchi galleggianti a livello mondiale è al momento di 2-3 GWp, con una previsione di crescita massiccia fino a 77 GWp entro il 2034. Sistemi di ancoraggio e di montaggio robusti, che garantiscano prestazioni a lungo termine, sono però ancora da sviluppare.

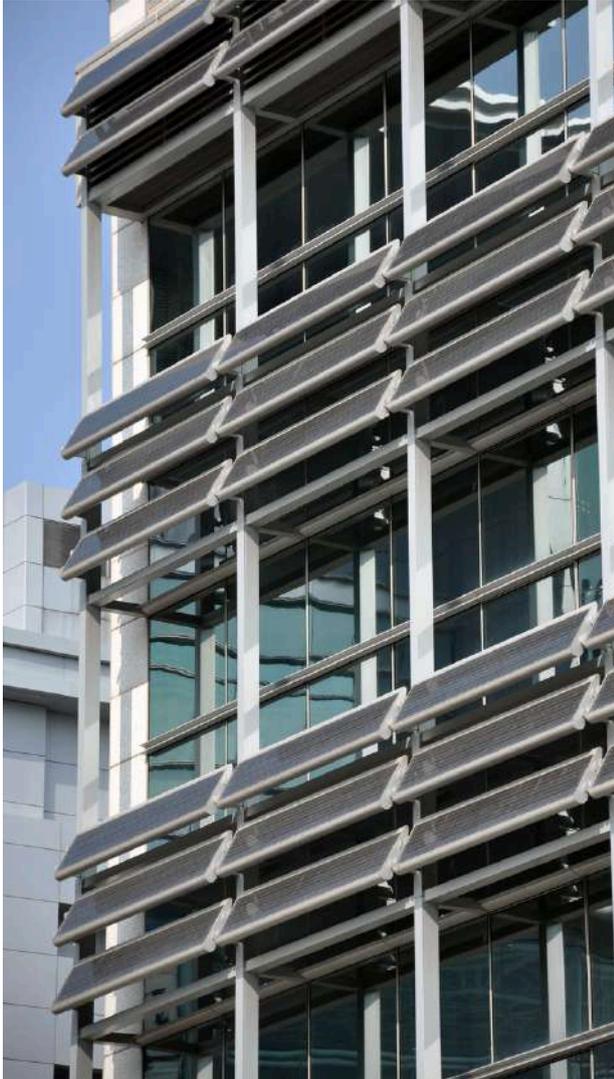
Per quanto invece riguarda l'energia solare offshore, si tratta di un campo potenzialmente molto interessante: esso consente sia di produrre energia per comunità insulari isolate che per creare soluzioni ibride assieme a turbine eoliche galleggianti. In Norvegia esistono diversi progetti pilota di parchi solari galleggianti, sebbene non ancora su scala commerciale.



Tra questi c'è l'Alotta Solar Hybrid 120, un impianto da 160 kWp installato nel 2025 presso l'allevamento ittico Emilsen Fisk a Båfjordstranda, nel Trøndelag, cofinanziato al 45% da Enova, con produzione annuale stimata tra 80 000 e 90 000 kWh. Equinor e Moss Maritime hanno inoltre realizzato nel 2021 un prototipo offshore nell'area di Frøya, coprendo circa 80x80 m in condizioni marine sfidanti. Dal punto di vista internazionale, Statkraft, in collaborazione con Ocean Sun, ha completato un impianto galleggiante da 2 MWp nel 2023 presso la diga di Banja (Albania), affiancando una centrale idroelettrica di 72 MW; questo progetto ha anche testato il raffreddamento tramite acqua e l'integrazione dei due sistemi.

Anche il settore della fornitura sta crescendo rapidamente. Aziende come la Ocean Sun, la Current Solar, la Global Maritime, la Sunlit Sea e la Moss Maritime si dedicano alla costruzione di parchi solari galleggianti. Esiste inoltre una vasta gamma di fornitori: fornitori di cavi (come Nexans), di sistemi di ancoraggio e di altri materiali. Statkraft, Hydro e Scatec Solar hanno recentemente acquisito SN Power e stanno valutando se installare centrali solari galleggianti adiacenti alle centrali idroelettriche di loro proprietà.

## 2.8. I pannelli solari integrati (BIPV)



I pannelli solari integrati negli edifici (BIPV) fanno risparmiare al costruttore sui costi per l'acquisto di materiale, per l'installazione e la manodopera. I pannelli solari BIPV possono anche essere utilizzati come balaustre o ringhiere, non solo per ricoprire i tetti degli edifici o le facciate. Spesso non è sufficiente installare pannelli solari sul tetto dell'edificio per coprirne il fabbisogno energetico, e diventa necessario utilizzare anche lo spazio sulla facciata - e quindi l'estetica diventa molto importante. In Norvegia, aziende come Metsolar (BIPV Norway) stanno producendo pannelli su misura dal design esclusivo, mentre progetti dimostrativi come le case zero energy a Skarpnes e l'edificio Solar Emerald a Drammen (115 kWp su facciata attiva dal 2016) mostrano potenzialità e sfide tecniche.

Nonostante l'attenzione crescente dell'industria edile verso la sostenibilità ambientale, il mercato BIPV norvegese resta di nicchia, con poche soluzioni robuste, esteticamente valide e accessibili. Tramite incentivi mirati e la collaborazione tra istituti di ricerca, industria e edilizia si possono sviluppare soluzioni nuove e che possono essere prodotte su larga scala, al fine di ridurre i costi. I collettori solari, ad esempio, possono fornire energia ai sistemi di distribuzione per il teleriscaldamento, come in quello di Akershus Energi a Leirsund.

## 3. IL SETTORE DELL'ENERGIA EOLICA

### 3.1. I parchi di turbine eoliche in Norvegia

I parchi a turbine eoliche sono di tre tipi:

- parchi eolici onshore
- parchi eolici offshore fissati al fondale marino
- parchi eolici offshore montati su strutture galleggianti

Secondo il Statistisk sentralbyrå (istituto statistico norvegese), esistono attualmente 65 parchi eolici e 1.393 turbine eoliche nel paese, dato aggiornato al 18 novembre 2024. La Figura 5 mostra un chiaro aumento della produzione di energia eolica in Norvegia dal 2003, raggiungendo 14.545 GWh nel 2024, un aumento del 4,2% rispetto all'anno precedente. Sempre nel 2024, l'energia eolica ha contribuito al 9,3% della produzione di elettricità del paese. Nel 2019 il settore dell'eolico offshore aveva un fatturato di circa 1 miliardo di euro e secondo stime recenti potrebbe raggiungere i 5 miliardi nel 2030. Le esportazioni pesano per circa l'80% delle vendite.

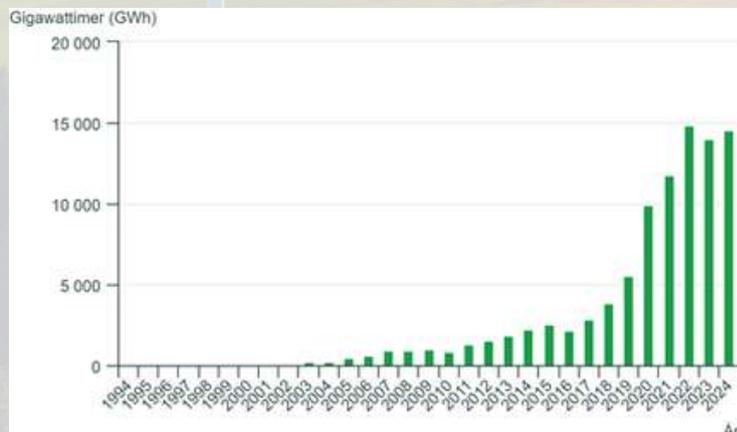


Figura 5 - Energia eolica convertita in elettricità in Norvegia, 1994-2024 (Fonte: Elektrisitet, Statistisk sentralbyrå, 2024)

## 3.2. Sviluppo del settore e sfide verso il 2030

Secondo le stime dell' IEA, la domanda di energia elettrica soddisfatta dall'eolico aumenterà da 1.270 TWh nel 2018 a 17.840 TWh nel 2050, con l'eolico offshore che passerà da circa 70 TWh nel 2018 a 7.400TWh nel 2050. Questo significa che l'energia eolica, che oggi contribuisce al 5% della produzione di elettricità a livello globale, dovrebbe raggiungere il 15% nel 2050.

Entro il 2050 l'eolico offshore diventerà dunque il pilastro della transizione energetica mondiale. Mentre nel 2018 l'80% della capacità eolica offshore a livello globale si trovava in Europa e il 19% in Cina, a partire dal 2030 si prevede che la Cina supererà l'Europa nella produzione. Per quanto riguarda l'energia eolica onshore, la Figura 7 mostra la capacità dei maggiori impianti eolici onshore operativi in Norvegia a luglio 2023. Oyfjellet risulta il più grande parco eolico onshore in funzione a partire dal luglio 2023, l'impianto si trova nel Nordland e ha una capacità di 400 megawattora.

La Norwegian Wind Energy Association (NORWEA), <https://norwea.no/>, che si impegna a promuovere l'energia eolica, sostiene che se la Norvegia condivide l'ambizione di molti altri paesi in Europa per diventare "Fit for 55" entro il 2030 e "carbon neutral" nel 2050, serve una sostanziale espansione nell'uso dell'elettricità e della produzione di energia rinnovabile nel paese. Secondo le stime del cluster, nonostante il forte incremento nella costruzione di parchi eolici negli ultimi 20 anni, se la Norvegia vuole raggiungere i suoi obiettivi è necessario riaprire alla



Figura 6 - Parchi eolici in Norvegia. Fonte: NVE.

vendita di licenze sia nel settore eolico onshore che in quello offshore. Costruendo altri parchi eolici onshore, assieme a modifiche del sistema fiscale che assicurino alle comunità locali una quota maggiore delle entrate derivanti dall'eolico terrestre e all'accelerazione della costruzione di parchi eolici offshore, le associazioni di categoria ritengono che si possa contenere l'aumento dei prezzi dell'energia elettrica nel paese. Si stima infatti che la Norvegia avrà bisogno di 45 TWh di energia rinnovabile nell'arco dei prossimi otto anni e al momento non esiste una tecnologia in grado di produrli (in Norvegia vengono prodotti circa 150 TWh di energia elettrica all'anno e circa 10 TWh sono in eccedenza e vengono esportati). I nuovi 45 TWh di energia necessari entro il 2030 corrispondono alla costruzione di 30 parchi eolici con 150 MW di potenza.

Secondo i rapporti di Statnett e DNV ([www.dnv.no](http://www.dnv.no)), l'eccedenza di energia prodotta in Norvegia avrà fine nel 2026 (come illustrato nella figura). Ciò significa che la Norvegia dovrà iniziare ad importare energia tra un paio d'anni. Senza l'attuale surplus di energia, necessario in un sistema energetico dipendente dalle condizioni meteorologiche e dalla produzione di energia idroelettrica e eolica, diventerà difficile contenere i prezzi, soprattutto se si pensa che il 53% del consumo di energia in Norvegia è elettrico ed è destinato a crescere.

Per alleggerire la pressione energetica, una risposta efficace è rappresentata nell'eolico offshore, in particolare nella sua variante galleggiante. Questa tipologia di installazione eolica consente di produrre energia anche in luoghi in cui non sarebbe possibile installare turbine con fondazione fissa a causa della profondità del fondale.

Nel 2023, il ministero dell'Energia ha indetto un concorso per un'area di progetto per l'eolico offshore per la prima fase di Sørlige Nordsjø II, con capacità di 3000 MW, situata nel sud del Mare del Nord, vicino al confine con la Danimarca. Il 20 marzo 2024, l'area del progetto è stata aggiudicata tramite un'asta da Ventyr SN II AS con un'offerta di 115 øre/kWh. Alla società è stato concesso un diritto esclusivo all'area di progetto, limitato temporalmente, e è stato richiesto di presentare una proposta per un programma di indagine specifico. Il contratto è stato firmato nell'aprile 2024.

Il progetto pilota Hywind Tampen, avviato da Equinor nel novembre 2022, è diventato il più grande parco eolico galleggiante al mondo con una capacità di 94,6 MW, posizionato a oltre 140 km dalla costa a circa 260-300 m di profondità. Oltre a dimostrare la fattibilità tecnico industriale, fornisce energia rinnovabile alle piattaforme Snorre e Gullfaks, coprendo circa il 35 % del loro fabbisogno energetico.



Grazie a Hywind Tampen, la Norvegia possiede ormai il 47 % della capacità mondiale di eolico galleggiante e ha acquisito competenze uniche nell'ancoraggio in mare profondo e gestione interconnessa di reti elettriche offshore. Nonostante ciò, i costi restano elevati: la costruzione del parco ha richiesto circa 8 miliardi di NOK (oltre 8 M USD/MW), e i costi unitari per Mw/h sono ancora superiori a quelli dell'eolico fisso, sebbene in rapida discesa grazie alle strategie di scale-up e innovazione.

Il Governo norvegese ha lanciato da poco un bando per l'eolico galleggiante nell'area di Utsira Nord, suddividendo la zona in tre siti da circa 500 MW ciascuno, con scadenza per le candidature fissata al 15 settembre 2025. A sostegno di questa iniziativa è previsto un plafond statale fino a 35 miliardi di NOK (circa 2,97 miliardi di euro), erogati come sovvenzioni dirette basate su un sistema di asta che premia chi richiede meno supporto pubblico. Il meccanismo, studiato in due fasi (prima l'assegnazione qualitativa dei siti, poi l'asta nel 2028-2029), è stato approvato dall'EFTA Surveillance Authority ad aprile 2025, garantendo conformità alle regole sugli aiuti di stato. Questo disegno è anche una strategia industriale: nasce dalla convinzione che la tecnologia flottante, anche se più costosa di quella tradizionale, può diventare competitiva grazie alle economie di scala e al sostegno dell'opinione pubblica.



Il contesto globale premia queste mosse: l'eolico galleggiante si sta diffondendo verso mari più profondi (non accessibili con turbine a fondazione fissa) e la Norvegia, forte della sua tradizione offshore petrolifera, punta a lanciare fino a 30 GW di capacità offshore entro il 2040, con Utsira Nord come progetto pilota trainante equinor.com. In parallelo, altri progetti come GoliatVind, sostenuti da 2 miliardi di NOK per una capacità di 75 MW nell'Artico, segnalano un'estensione geografica dell'intervento.

Un'altra questione importante è quali soluzioni prevede il Governo per il trasporto dell'elettricità generata. La Norvegia continentale ha attualmente accesso a una quantità di elettricità sufficiente, ma si stanno elettrificando le piattaforme petrolifere con energia proveniente dall'eolico offshore e il fabbisogno di energia pulita dell'Europa è destinato ad aumentare. Secondo alcuni osservatori lo sviluppo dell'energia eolica onshore è avanzato troppo in fretta negli anni passati, e non è stata data sufficiente considerazione agli interessi ambientali. Le proteste di alcune comunità locali sono state forti, alcuni parchi onshore sono stati chiusi e le concessioni ritirate. Pertanto il Governo vuole procedere con cautela, questa volta.



Figura 8 - Potenza installata nell'eolico nei diversi paesi del Nord Europa. Fonte: NVE.

L'eolico offshore è più costoso dell'eolico onshore, ma ha il vantaggio di essere "invisibile" ai consumatori - se si escludono le proteste degli operatori del settore ittico. I vantaggi dell'eolico sono la ridotta necessità di manutenzione, la possibilità di riciclare i materiali utilizzati, l'alto payback-time e la mancanza di emissioni nocive. Gli svantaggi sono gli alti costi per il trasporto e l'installazione degli impianti, l'alta variabilità delle correnti d'aria e il disturbo arrecato sia ai volatili che agli organismi marini.

NVE stima che il costo per produrre un kilowattora in installazioni eoliche offshore fisse sia pari a 0,06 euro e di 0,08 euro per le installazioni galleggianti. Le centrali idroelettriche, al contrario, hanno costi di produzione pari a 0,01 euro per kilowattora, ovvero un quinto del costo della produzione eolica offshore. La logica è semplice: la Norvegia può svolgere un ruolo di primo piano a livello internazionale nell'eolico, ma lo Stato deve fornire aiuti economici per agevolare lo sviluppo e costruire cavi sottomarini che potrebbero permettere l'esportazione nel Regno Unito, dove i prezzi dell'energia sono più alti (anche se questa proposta è in realtà oggetto di un acceso dibattito essendovi Partiti politiche che favoriscono la posizione che l'energia elettrica prodotta in Norvegia debba restare nel Paese per abbassare il prezzo dell'elettricità venduta ai consumatori norvegesi).



Dei 23 GW prodotti dall'eolico offshore a livello globale, l'80% viene prodotto in Europa, e proviene per la maggior parte da Regno Unito e Germania. Solamente 55 MW di energia provengono da progetti pilota eolici offshore galleggianti.

Con profondità marine superiori ai 60 metri devono essere impiegate piattaforme galleggianti per il montaggio delle turbine. La costruzione di turbine galleggianti in Norvegia ha costi più elevati rispetto alla media europea perché le concessioni si trovano a maggiore distanza dalla terraferma e in tratti di mare più profondi. I parchi eolici offshore necessitano di una stazione di trasformazione nei pressi delle turbine eoliche, le cui fondamenta hanno lo stesso design di quelle che si utilizzano nell'industria petrolifera.

Al contrario, i costi di costruzione dell'eolico offshore fisso sono diminuiti drasticamente grazie a turbine più grandi ed efficienti e a miglioramenti nella progettazione delle fondamenta.

La dimensione media delle turbine eoliche offshore installate in Europa nel 2018 era di 6,8 MW, contro i 4 MW precedenti. Vengono anche testate turbine eoliche offshore da 12 MW. L'utilizzo di turbine di grandi dimensioni riduce anche i costi infrastrutturali, come quelli per i cavi sottomarini.

La dimensione media delle turbine offshore è maggiore rispetto a quella delle turbine onshore, perché è più facile trasportare i componenti via mare. Nei parchi di grandi dimensioni si riducono ovviamente i costi per le infrastrutture e la manutenzione, che vengono suddivisi per più unità. Al contrario, essi aumentano con l'aumento della distanza del parco dalla terraferma perché la lunghezza dei cavi e del trasporto via mare aumentano in proporzione. Le operazioni di cablaggio e di ormeggio sono critiche nel processo di installazione delle turbine e sono le fasi con il maggior rischio e con un alto potenziale di riduzione dei costi.

I costi per il funzionamento e la manutenzione delle turbine offshore sono significativamente superiori a quelli per i parchi onshore, perché dipendono da condizioni climatiche e ambientali più difficili. Questo può causare ritardi nella riparazione dei guasti con conseguenti lunghi periodi di inattività.

La maggior parte delle nuove turbine offshore fisse è dotata di una piattaforma per elicotteri, cosa che rende il trasporto da e per la terraferma più veloce, ma più costoso.

Altre innovazioni tecnologiche sono l'esecuzione dell'assemblaggio e di eventuali riparazioni alle turbine in bacini di cabotaggio portuali anziché in mare aperto, oppure la possibilità di effettuare riparazioni tramite sensori e telecomandi a distanza, anche prevenendo eventuali guasti prima che si presentino. Si tratta però di soluzioni ancora in fase di sperimentazione.

Soprattutto nel Mare del Nord esiste una forte competizione spaziale tra i diversi settori: ittico, petrolifero, eolico e marittimo. La sovrapposizione di questi settori ha un notevole impatto ambientale, soprattutto nelle aree costiere adiacenti ai porti principali dell'Ovest del paese: Bergen, Stavanger e Haugesund. Questa "pressione" è maggiore laddove i fondali sono poco profondi, ovvero dove l'attività estrattiva o eolica entra in conflitto con gli habitat di molluschi e alghe.



### 3.3. Le navi WTIV

La flotta di imbarcazioni al servizio del settore oil&gas dovrà essere gradualmente trasformata per essere impiegata nel settore eolico a causa del rallentamento della produzione petrolifera verso il 2050. Le navi per l'installazione di turbine eoliche fisse (WTIV) utilizzano un sistema di fissaggio sul fondo del mare che fornisce loro la stabilità sufficiente per l'installazione delle turbine eoliche.

I nuovi parchi eolici galleggianti richiedono invece metodi di installazione nuovi e nuovi tipi di WTIV. Le navi WTIV sono impiegate anche per la posa di cavi, per operazioni di connessione alla rete e per lo scarico di rocce attorno alle fondamenta delle turbine eoliche e ai cavi, al fine di proteggerli da eventuali danni causati dalle correnti marine.

Dalla Figura 10 nella pagina seguente si nota come le stime indichino un aumento enorme del numero di navi dedicate a operazioni offshore (curva verde) - soprattutto nel settore eolico - verso il 2050.

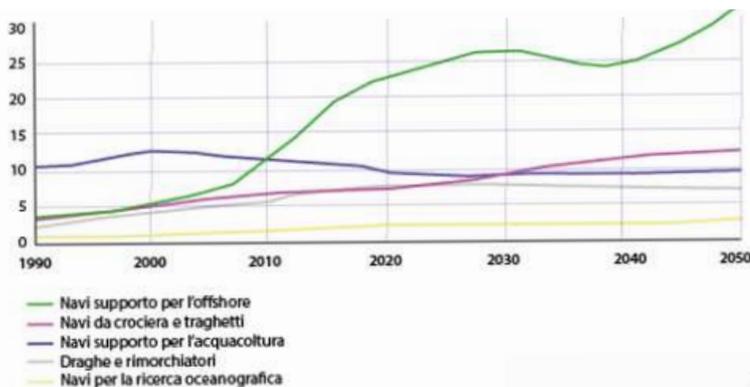


Figura 9 - Flotta di navi a livello globale e tipo di impiego dal 1990 al 2050 (milioni di tonnellate di portata lorda). Fonte: DNV.

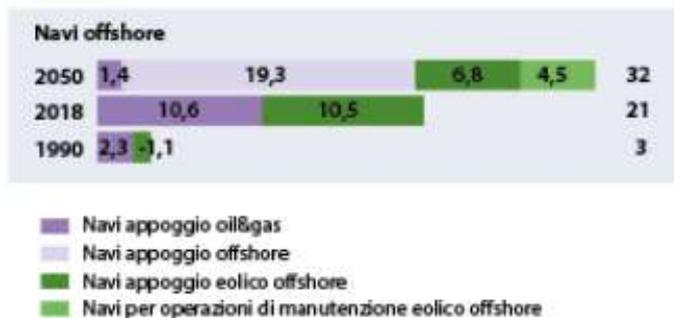


Figura 10 - Percentuale di navi impiegate nelle attività offshore livello mondiale dal 1990 al 2050 (prognosi). Fonte: DNV.



### 3.4. Impatto ambientale

Come abbiamo visto i parchi eolici offshore producono un surplus di energia durante il loro ciclo di vita e possono anche funzionare come barriere per proteggere le risorse marine dalla pesca indiscriminata.

D'altro canto, i parchi eolici posizionati in aree sbagliate o costruiti in maniera errata possono causare un'alta mortalità tra uccelli e pipistrelli per collisione con le pale delle turbine, la migrazione di specie autoctone, disturbi sonori durante l'installazione e la manutenzione, effetti barriera ai movimenti regolari delle specie marine e cambiamenti idrodinamici al vento lungo la costa.

Da sottolineare il fatto che l'installazione dei parchi eolici è regolata da licenze, che si tratta in realtà di installazioni temporanee e che le concessioni hanno una durata massima di 25 anni. Allo scadere della licenza il costruttore è obbligato a ripristinare l'area marina o terrestre interessata, per quanto possibile.

Un'ultima considerazione è che una produzione pari a 10 TWh in più di energia eolica in Norvegia potrebbe ridurre le emissioni europee di gas serra di circa 5 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno. Le analisi del ciclo di vita mostrano come le nuove turbine eoliche producano 60-80 volte l'energia necessaria per produrle, installarle e smontarle. Il break-even si raggiunge già dopo 5 mesi di produzione. In 25 anni una turbina eolica produce 75 volte il consumo che ha generato.

Da considerare ci sono anche altri aspetti economici: il fatto che un parco eolico di medie dimensioni (con 20 turbine) versi alle autorità locali circa 500.000 euro di tasse all'anno, in Norvegia, entrate che la comunità locale può investire in altre infrastrutture, e che un parco eolico crei posti di lavoro e garantisca un reddito da locazione ai proprietari delle aree interessate. Il solo sviluppo del parco eolico di Fosen ha creato entrate pari a 270 milioni di euro.

## 4. IL SETTORE DELL'ENERGIA IDROELETTRICA

L'energia idroelettrica è una fonte di energia rinnovabile che sfrutta l'energia potenziale dei corsi d'acqua.

I vantaggi della produzione idroelettrica sono numerosi: l'acqua è la risorsa rinnovabile per eccellenza, poiché può essere facilmente riutilizzata; la produzione può essere regolata in base alle esigenze dei consumatori e non dipende dalle condizioni meteorologiche perché può anche essere immagazzinata; inoltre i costi gestionali sono bassi.

Ci sono anche alcuni svantaggi: la costruzione delle centrali idroelettriche produce emissioni nocive e spesso ha impatti ambientali importanti, danneggiando sia la fauna terrestre che quella ittica.

In Norvegia la produzione di energia idroelettrica è solitamente collegata ai fiumi. Esistono tre tipi di centrali elettriche:

- Centrali a serbatoio (ad alta pressione): sfruttano l'energia prodotta dalla caduta dell'acqua, che viene immagazzinata in serbatoi per un uso successivo.

- Centrali fluviali (a bassa pressione): sono costruite direttamente sul corso di fiumi con portata d'acqua elevata. L'energia prodotta viene utilizzata immediatamente. La produzione di energia aumenta durante le piene.
- Centrali a pompa: si basano sull'accumulo di energia, l'acqua in eccesso viene immagazzinata in due serbatoi, dove viene conservata e utilizzata in seguito. Queste centrali sono spesso integrate con parchi eolici.

L'energia idroelettrica è il pilastro fondante del sistema elettrico norvegese. All'inizio del 2023, in Norvegia si contavano 1 769 centrali idroelettriche, con una capacità installata complessiva di 33 691 MW.

In un anno normale, le centrali norvegesi producono 136,49 TWh, pari a circa l'88% della produzione totale di energia elettrica del paese (nel resto del mondo essa rappresenta circa il 17%) (energifaktanorge.no).

Ciò rende la Norvegia il più grande produttore di energia idroelettrica in Europa, grazie sia alla morfologia che al clima favorevole allo sviluppo di centrali idroelettriche.

Il sistema norvegese include oltre 1 240 bacini di accumulo con una capacità totale di 87 TWh, e i 30 principali rappresentano circa il 50% della capacità totale, equivalenti al 70% del consumo elettrico annuale del paese (energifaktanorge.no). Il bacino più grande, Blåsjø, può immagazzinare 7,8 TWh. Questo sistema di stoccaggio garantisce grande flessibilità nella gestione dell'offerta, soprattutto in inverno o in anni più secchi.

Il 30% dei 4.000 corsi d'acqua presenti in Norvegia è già utilizzato per scopi energetici, soprattutto nella Norvegia meridionale. Il paese ha un totale di 18 laghi con una superficie maggiore di 50 km<sup>2</sup>, di cui ben 13 sono utilizzati come serbatoi. Sette delle dieci maggiori cascate norvegesi sono già sfruttate da centrali idroelettriche.

Il 90% della produzione di energia idroelettrica è di proprietà statale, provinciale o municipale. Il restante 10% è nelle mani di privati (soprattutto del colosso Norsk Hydro). La produzione di alluminio di Hydro si basa interamente su energia rinnovabile.

La bassa impronta di carbonio dell'alluminio prodotto da Hydro rappresenta un vantaggio competitivo unico. Nel 2023, Statkraft ha generato 61,9 TWh (+2,8% sul 2022), di cui 55 TWh (89%) provengono da idroelettrico; la sua capacità installata è di 14 245 MW (enerdata.net).

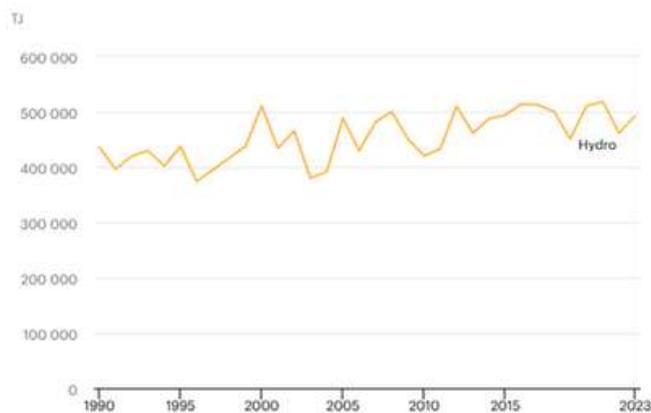


Figura 11 - Produzione di energia idroelettrica, Norvegia 1990-2023 (Fonte: IEA)

Secondo i calcoli di NVE, solo l'ammodernamento delle turbine presenti nelle centrali norvegesi può aumentare la produzione di circa 4 TWh. Un aumento ulteriore è da escludere, se non si vuole intervenire su aree protette. La metà delle centrali ha già subito ristrutturazioni o ampliamenti negli ultimi 20 anni. Statkraft, ad esempio, spende più di 100 milioni di euro all'anno per l'ammodernamento delle centrali esistenti. Dal 1990 anche la produzione idroelettrica globale è aumentata del 50%, con la crescita più alta registrata in Cina. I sostenitori di questa tecnologia ritengono che l'idroelettrico sia la fonte più sicura e redditizia per la Norvegia nel lungo termine.

## 5. NUOVE FORME DI ENERGIA RINNOVABILE

A seguire una breve presentazione delle nuove forme di energia rinnovabile che potrebbero svilupparsi in futuro.

### 5.1. L'energia da moto ondoso

L'energia prodotta dal moto ondoso è l'energia rinnovabile più difficile da catturare. Il problema principale è assicurarsi che la centrale di produzione resista all'usura provocata dalle onde, soprattutto durante maremoti e tempeste. Numerosi tentavi sono stati fatti per risolvere questo problema, inclusa l'immersione automatica delle strutture galleggianti durante forti tempeste.

L'energia prodotta dal moto ondoso è in un certo senso una forma di energia solare, perché gli spostamenti d'aria (vento) che creano le onde sono causati dalla differenza di calore tra la terraferma e il mare, calore proveniente dai raggi solari.

Il vero problema di questa forma di energia è che nonostante il moto ondoso sia relativamente prevedibile e la produzione sia continua, essa è instabile e stagionale (è massima in inverno, quando si registra il maggior fabbisogno di energia).

Purtroppo la costruzione di questo tipo di centrali è costosa perché necessita di materiali che siano in grado di resistere alla forte usura causata dalle onde e dall'acqua salata. Dopo l'installazione, i costi operativi sono tuttavia bassi.

In Norvegia sono stati provati diversi tipi di centrali a moto ondoso, ma nessuno degli esperimenti ha avuto successo. Inoltre non è ancora chiaro in che modo le centrali a moto ondoso influenzino l'ambiente marino che le circonda.

Secondo le stime di DVN è poco probabile che altre tecnologie impiegate per produrre energia sfruttando gli oceani, come il solare fotovoltaico offshore galleggiante o i dispositivi per catturare l'energia delle onde e delle maree abbiano successo entro il 2050, nonostante questi settori ricevano finanziamenti significativi per la ricerca e lo sviluppo.

## 5.2. La bioenergia

La bioenergia è energia immagazzinata nella materia organica, cioè tutto ciò che può deteriorarsi e marcire. Trasformando il biomateriale, cioè materiale vegetale e animale, si può creare energia. A differenza delle fonti di energia fossile che impiegano milioni di anni per formarsi, la bioenergia è una fonte di energia rinnovabile. Prima che l'energia idroelettrica e i combustibili fossili prendessero il sopravvento, questa era la risorsa energetica più importante sulla terra. La bioenergia tradizionale è ancora importante, e specialmente nei paesi in via di sviluppo.

La moderna bioenergia (biocarburanti avanzati) comprende un'ampia gamma di soluzioni tecnologiche: centrali che bruciano rifiuti biologici, oppure le stufe a pellet ad alta efficienza energetica. La biomassa può essere bruciata direttamente in forni o centrali elettriche per produrre calore o elettricità e può essere convertita in sostituti del petrolio e del gas.

Nonostante la bioenergia produca all'incirca la stessa quantità di emissioni di CO<sub>2</sub> del carbone, dal momento che si può generare continuamente nuovo materiale biologico (piantando alberi), la bioenergia è vista come neutrale a lungo termine, dal punto di vista delle emissioni.

Si tratta tuttavia di una definizione che ad alcuni appare discutibile, sia perché non tiene conto della necessità di trasportare e di trasformare il biomateriale per produrre energia, sia per il fatto che la coltivazione di biomassa a scopo energetico può togliere spazio alla produzione alimentare.

In Norvegia, la bioenergia rappresenta il 7% del consumo totale di energia. Come mostrato dalla Figura 13, le due fonti principali sono la biomassa solida (49 PJ o 64% della fornitura di bioenergia) e i biocarburanti liquidi (15 PJ o 20%). L'11% della bioenergia proviene da rifiuti solidi urbani rinnovabili (8,5 PJ) e il 3% dal biogas (2,5 PJ).

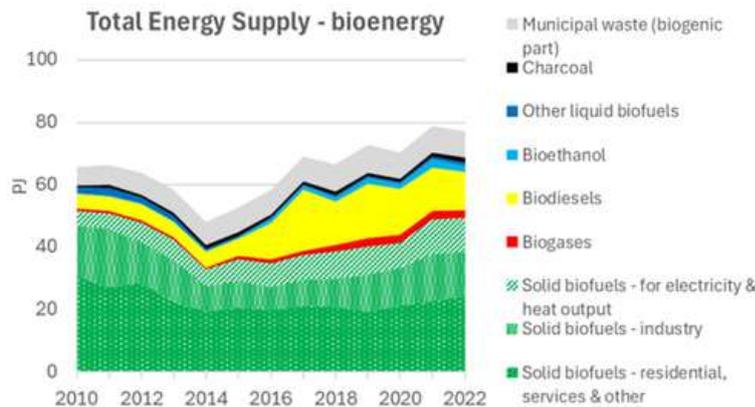


Figura 13 - Sviluppo dell'offerta totale di bioenergia per fonti, Norvegia 2010-2022 (fonte dati: AIE (2024))



### 5.3. L'energia geotermica

L'energia geotermica è l'energia termica sotterranea, e si suddivide in calore immagazzinato nel suolo e energia geotermica ad alta temperatura. La produzione di energia geotermica non è mai stata così diffusa: sia in Islanda che in El Salvador (i due paesi al mondo che più sfruttano questa forma di energia) il 25-30% dell'elettricità consumata viene prodotta in centrali geotermiche.

Il calore geotermico è una fonte di energia pulita, stabile e inesauribile, indipendente dalle condizioni atmosferiche e dal vento, ma mancano ancora la tecnologia e le risorse per utilizzarla in modo efficiente.

In teoria, un ammasso roccioso sotterraneo delle dimensioni di una montagna media contiene tanta energia quanta il mondo intero consuma in un anno. Il calore geotermico trovato dalla superficie fino a 10.000 metri contiene anche 50.000 volte più energia di tutte le risorse di petrolio e gas nel mondo.

Le pompe di calore che sfruttano l'energia geotermica utilizzano il calore geotermico per raffreddare edifici in estate e riscaldarli in inverno. Le pompe di calore di questo tipo sono molto efficienti dal punto di vista energetico. L'energia geotermica profonda è utilizzabile da centrali geotermiche solo nelle vicinanze delle aree in cui si incontrano le placche tettoniche (come avviene in Islanda).

Teoricamente il calore del suolo potrebbe coprire il fabbisogno dell'intera Norvegia per il riscaldamento e il raffreddamento degli edifici, ma il suo utilizzo è limitato dagli alti costi associati allo sviluppo di pompe di calore geotermiche e alla perforazione dei pozzi.

Nel 2009 è stata istituita l'Associazione norvegese per l'energia geotermica (GEAN) che riunisce l'industria e il mondo accademico per condividere le migliori pratiche nello sviluppo e nel funzionamento dei sistemi di riscaldamento geotermico e per comprendere il ruolo dell'energia geotermica nel sistema energetico norvegese.

La rete si assiste a vicenda creando buoni progetti, rafforzando la collaborazione nazionale nella ricerca e nello sviluppo tecnologico e promuovendo l'uso di questa fonte di energia rinnovabile.

Un aspetto negativo delle centrali elettriche basate su un ciclo binario con scambio termico è che per trasportare il calore vengono utilizzati gas HFC sintetici, che contribuiscono all'effetto serra. Altri aspetti negativi sono che l'acqua calda proveniente da fonti geotermiche può contenere sostanze tossiche come mercurio, arsenico e antimonio e il fatto che gli impianti geotermici sono molto rumorosi.



## 6. CONCLUSIONI

Questo e.book ha cercato di fornire una panoramica aggiornata sullo stato attuale del settore delle energie rinnovabili in Norvegia, con particolare attenzione all'energia eolica e solare, ma anche una presentazione delle nuove fonti rinnovabili che potrebbero svilupparsi in futuro.

Abbiamo visto come la Norvegia goda di una posizione privilegiata, grazie alla predominanza dell'idroelettrico, che ha garantito per decenni un'elettricità abbondante, pulita ed economica. Tuttavia, l'aumento della domanda e la crescente instabilità dei prezzi dell'energia stanno spingendo il Paese verso una diversificazione più decisa del proprio mix energetico.

Secondo le stime di McKinsey, sarà l'eolico, accanto al consolidato idroelettrico, a trainare lo sviluppo del settore nei prossimi 25 anni. Si prevede un incremento significativo degli investimenti nelle tecnologie offshore, così come nella produzione e nello stoccaggio solare.

In questo contesto in evoluzione, il tema dell'energia elettrica ha acquisito una centralità crescente anche nel dibattito politico nazionale.

I recenti aumenti dei prezzi, le tensioni sul recepimento delle direttive europee in materia energetica e il ruolo della Norvegia come esportatore di combustibili fossili stanno influenzando profondamente partiti e elettori.

La crisi della coalizione Laburista/Centrista e l'importanza delle tematiche energetiche nella campagna elettorale del 2025 dimostrano quanto il futuro della politica energetica sia diventato determinante per la stabilità politica e per la definizione dell'identità economica e strategica del Paese.

In conclusione, il settore delle rinnovabili in Norvegia non rappresenta solo una scelta ambientale, ma un nodo cruciale per la competitività economica, la sicurezza energetica e la coesione politica nazionale.

Il modo in cui il Paese affronterà questa transizione sarà fondamentale non solo per il proprio futuro energetico, ma anche per il ruolo che vorrà assumere nello scenario europeo e globale della sostenibilità.

## 7. FONTI

- [Energy Statistics Data Browser – Data Tools – IEA](#)
- [2025: A landmark year for solar energy – pv magazine International](#)
- [Norway records 148.68 MW of new solar in 2024 – pv magazine International](#)
- [Nordics – Norway: First large solar park connected to the grid](#)
- [Technical potential of solar energy in buildings across Norway: capacity and demand](#)
- [Norway to mandate solar power for new government buildings from 2024 | Reuters](#)
- [Statkraft's power generation increased 7% in 2024, while profit drops \(Norway\) | Enerdata](#)
- [«Veikart for den norske solkraftbransjen mot 2030», rapporto della Solenergi klyngen](#)
- [Solcelleanlegg | Energiltak | Solenergi | Enova](#)
- [Panoramica delle centrali solari in Norvegia – NVE](#)
- [The Norwegian Solar Energy Cluster, Solenergi klyngen](#)
- [Silicon Production by Country 2025](#)
- [Contract signed for world's northernmost floating solar plant – pv magazine International](#)
- [Statkraft completes construction of first R&D floating solar plant in Albania](#)
- [Custom Solar Panels for BIPV | Metsolar – EU manufacturer](#)
- [Eolico – SSB](#)
- [Norway: onshore wind farm in operation 2023 | Statista](#)
- [Sørlike Nordsjø II – Regjeringen.no](#)
- [Centro nazionale per la ricerca, Conferenza sulla ricerca energetica 2021](#)
- [Articolo Enorm interesse for norske havvindutbygginger, E24.no](#)
- [Rapporto della Confindustria, NHO, Grønne elektriske verdikjeder](#)
- [Statkraft, articolo Utbygging av vindkraft vinner på pris](#)
- [Strøm.no](#)
- [NVE, rapporto Kraftproduksjonen i Norden til 2040](#)
- [Articolo Bare tre land bygger med vindkraft på land enn Norge, E24.no](#)
- [CountryReport2024 Norway final-.pdf](#)

.....

Le informazioni contenute in questo documento vogliono costituire  
un primo orientamento alla tematica presa in esame.  
L'Ambasciata d'Italia a Oslo declina ogni responsabilità per le informazioni ivi contenute.

*Oslo, luglio 2025. Tutti i diritti riservati.*