

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

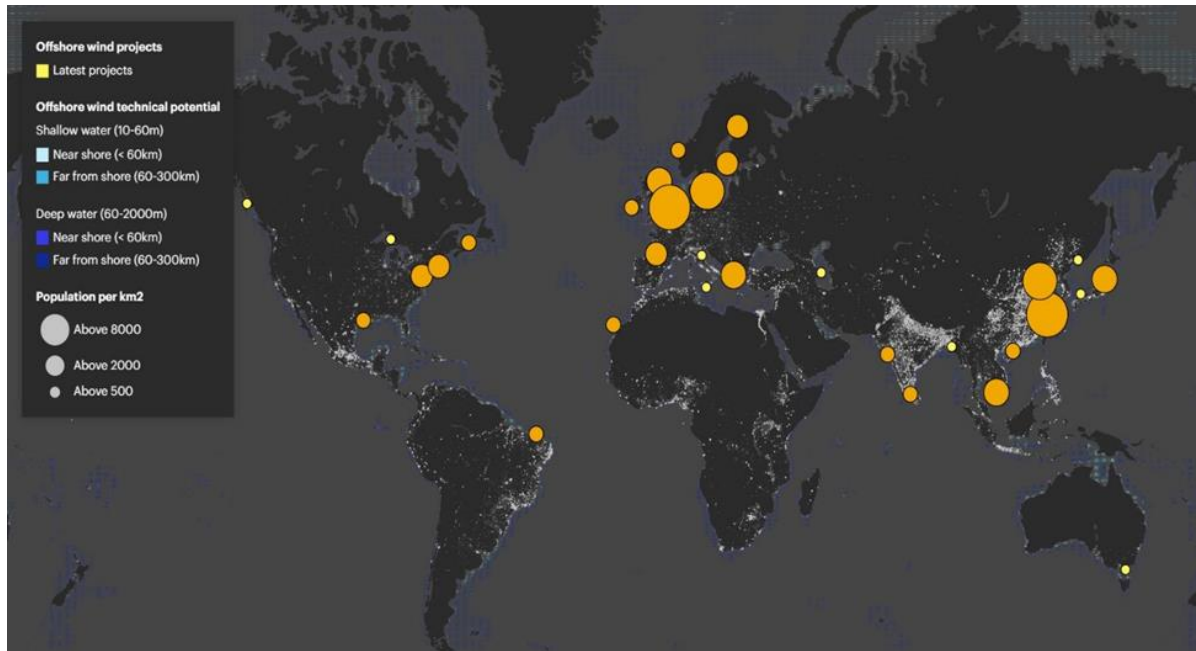
Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

Relazione per la prova finale
«Recenti sviluppi della tecnologia offshore floating»

Tutor universitario: Prof. Giuseppe Zollino

Laureando: *Daniel Francescato*

Padova, 22/11/2023

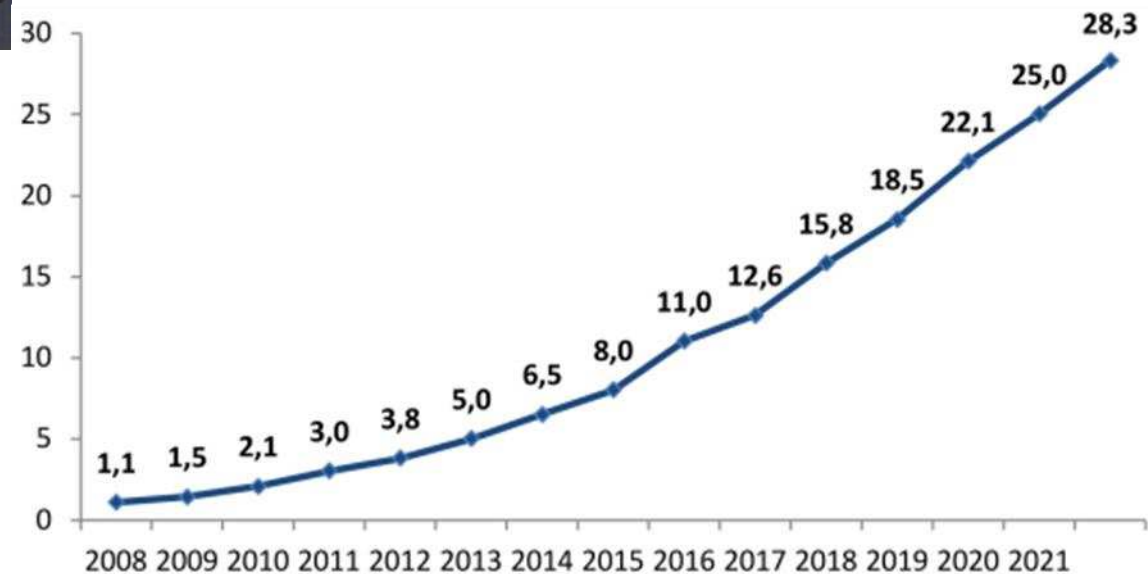


Capacità media annua

Nel caso europeo la capacità media annua della tecnologia *offshore* varia tra il 45-65 %, maggiore rispetto a USA (40-55%), Cina (35-45 %) Giappone (35-45%) e India (30-40%).

Sfruttamento della risorsa

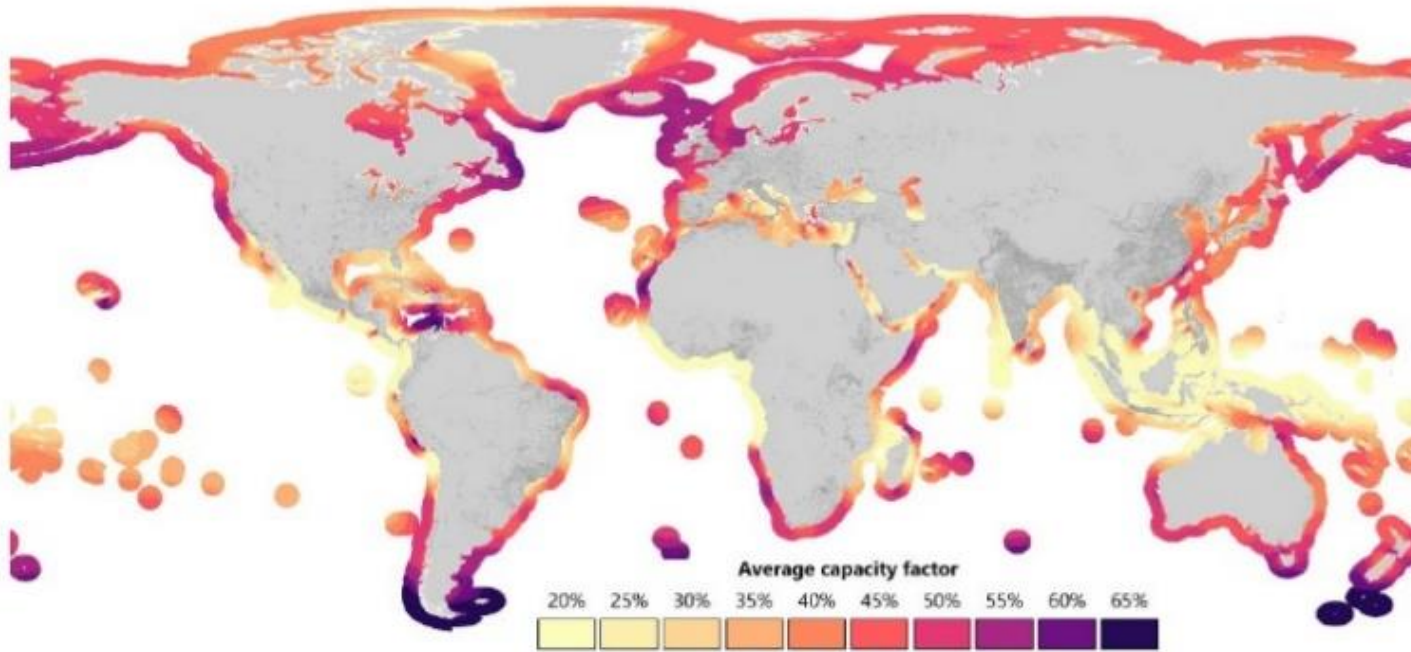
Nel 2019 la richiesta globale di elettricità era di: 23000 TWh.
Il potenziale teorico dell'eolico *offshore* a meno di 60 Km dalla costa è di: 36000 TWh.



In questo lavoro si vuole analizzare qual è il ruolo dell'eolico *offshore* nell'attuale scenario mondiale e il contributo che porterà a medio lungo termine (2030-2040).

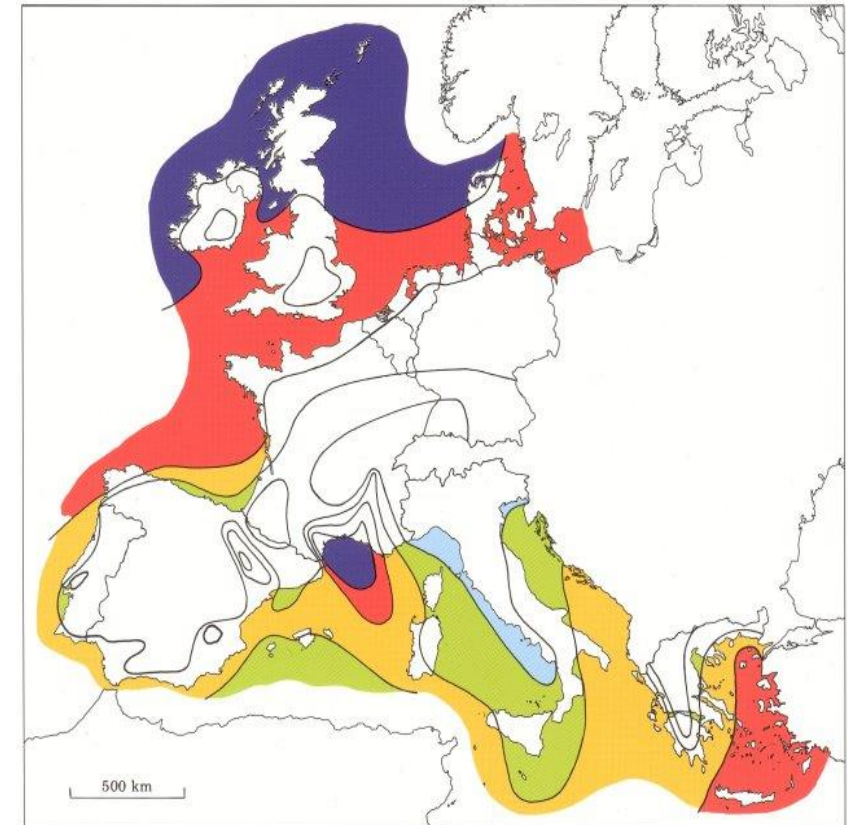
Verranno analizzati:

- Scelta del sito;
- Impatti da tenere in considerazione;
- Costi da sostenere per la realizzazione e mantenimento dell'impianto.



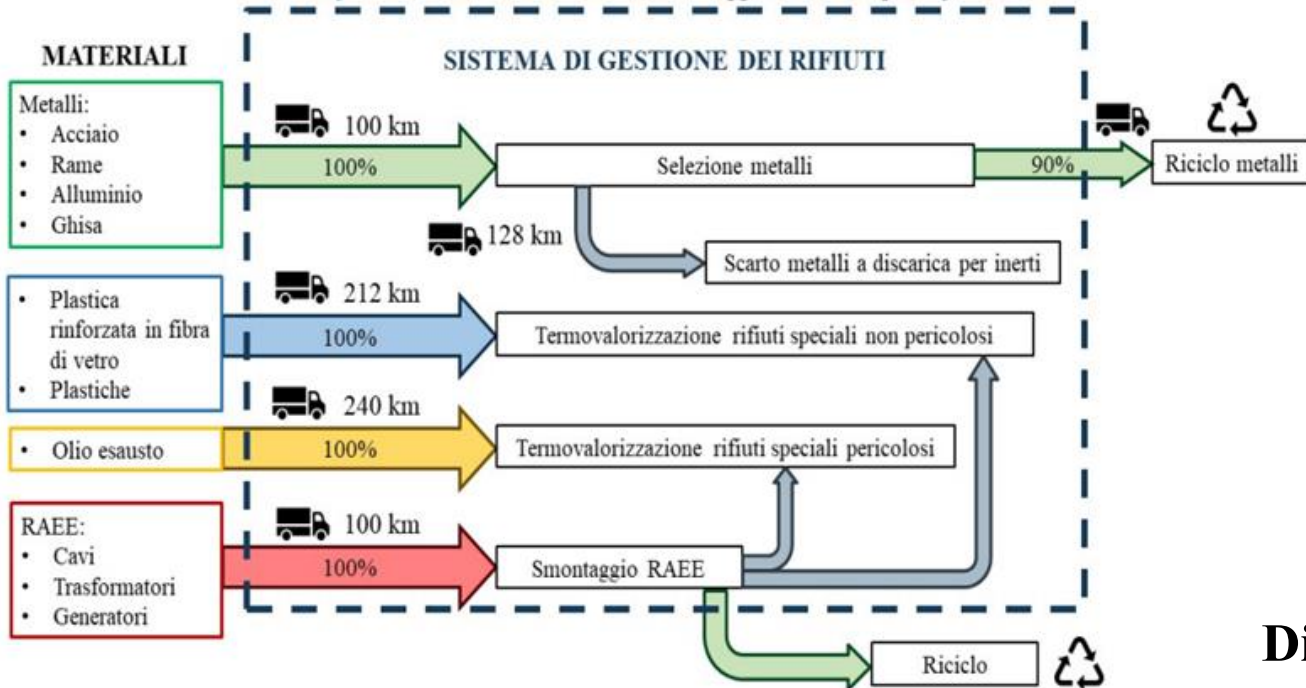
Distribuzione dei venti a livello mondiale ed europeo

Un elemento fondamentale nello sfruttamento dei venti è la distanza dalla costa; infatti, maggiore sarà la distanza maggiore sarà il fattore di capacità, in particolare secondo quanto dichiarato da IRENA in Europa si passerebbe dall'attuale 43% ad un 60%.



| Wind resources over open sea (more than 10 km offshore) for five standard heights | | | | | | | | | |
|---|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| 10 m | | 25 m | | 50 m | | 100 m | | 200 m | |
| $m s^{-1}$ | Wm^{-2} | $m s^{-1}$ | Wm^{-2} | $m s^{-1}$ | Wm^{-2} | $m s^{-1}$ | Wm^{-2} | $m s^{-1}$ | Wm^{-2} |
| > 8.0 | > 600 | > 8.5 | > 700 | > 9.0 | > 800 | > 10.0 | > 1100 | > 11.0 | > 1500 |
| 7.0-8.0 | 350-600 | 7.5-8.5 | 450-700 | 8.0-9.0 | 600-800 | 8.5-10.0 | 650-1100 | 9.5-11.0 | 900-1500 |
| 6.0-7.0 | 250-300 | 6.5-7.5 | 300-450 | 7.0-8.0 | 400-600 | 7.5- 8.5 | 450- 650 | 8.0- 9.5 | 600- 900 |
| 4.5-6.0 | 100-250 | 5.0-6.5 | 150-300 | 5.5-7.0 | 200-400 | 6.0- 7.5 | 250- 450 | 6.5- 8.0 | 300- 600 |
| < 4.5 | < 100 | < 5.0 | < 150 | < 5.5 | < 200 | < 6.0 | < 250 | < 6.5 | < 300 |

Confini del sistema in analisi secondo l'approccio EPD per il fine vita

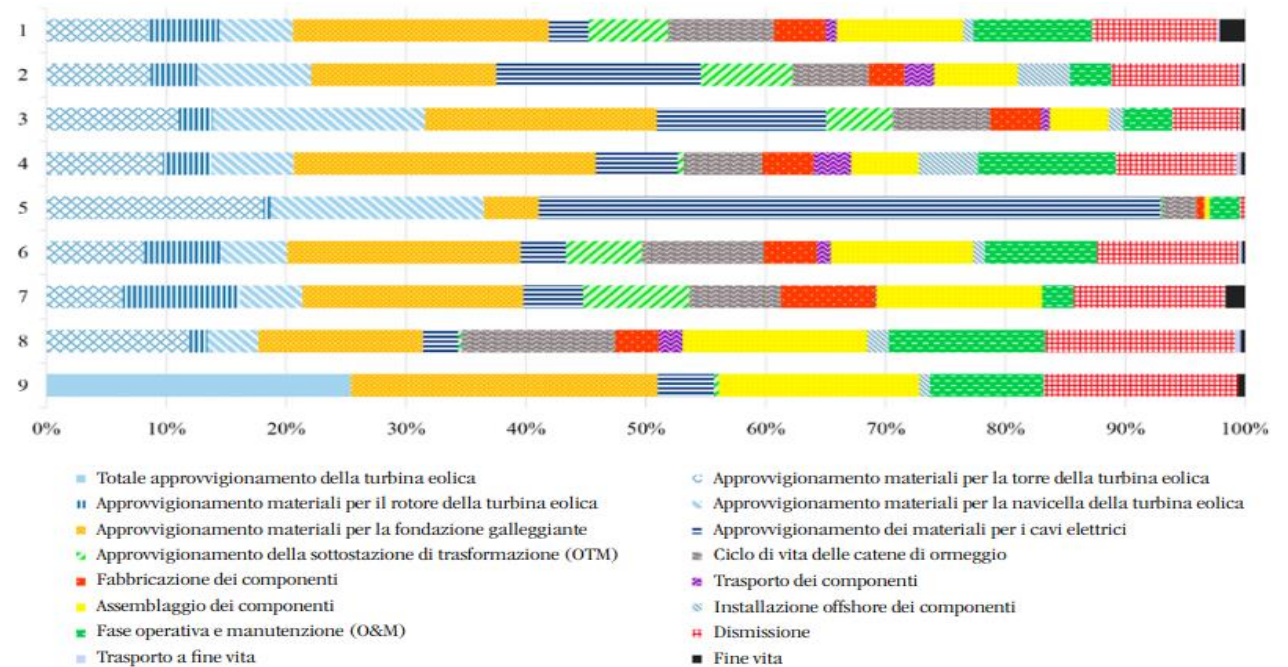


Dissenso popolare dovuto a:

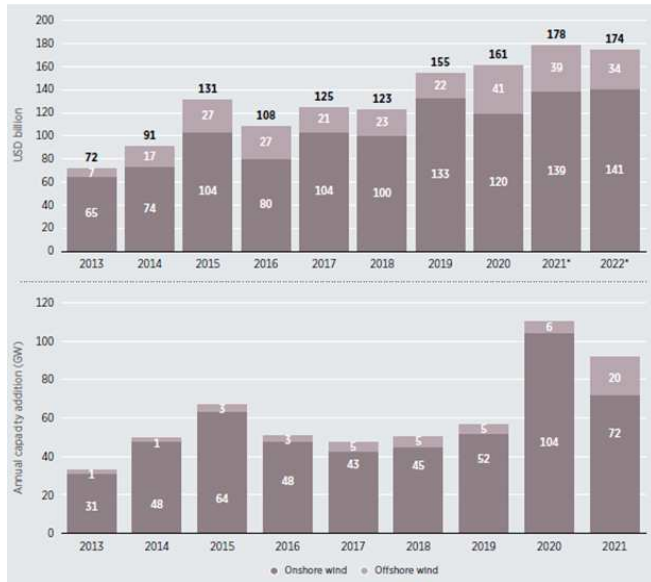
- Impatto visivo e occupazione del mare lungo le coste;
- Interferenza elettro-magnetica anche a diversi chilometri dall'impianto;
- Impatto sull'ecosistema;
- Modificazioni delle condizioni climatiche.

Categorie di impatti da tenere in considerazione nel calcolo delle emissioni di un impianto eolico offshore:

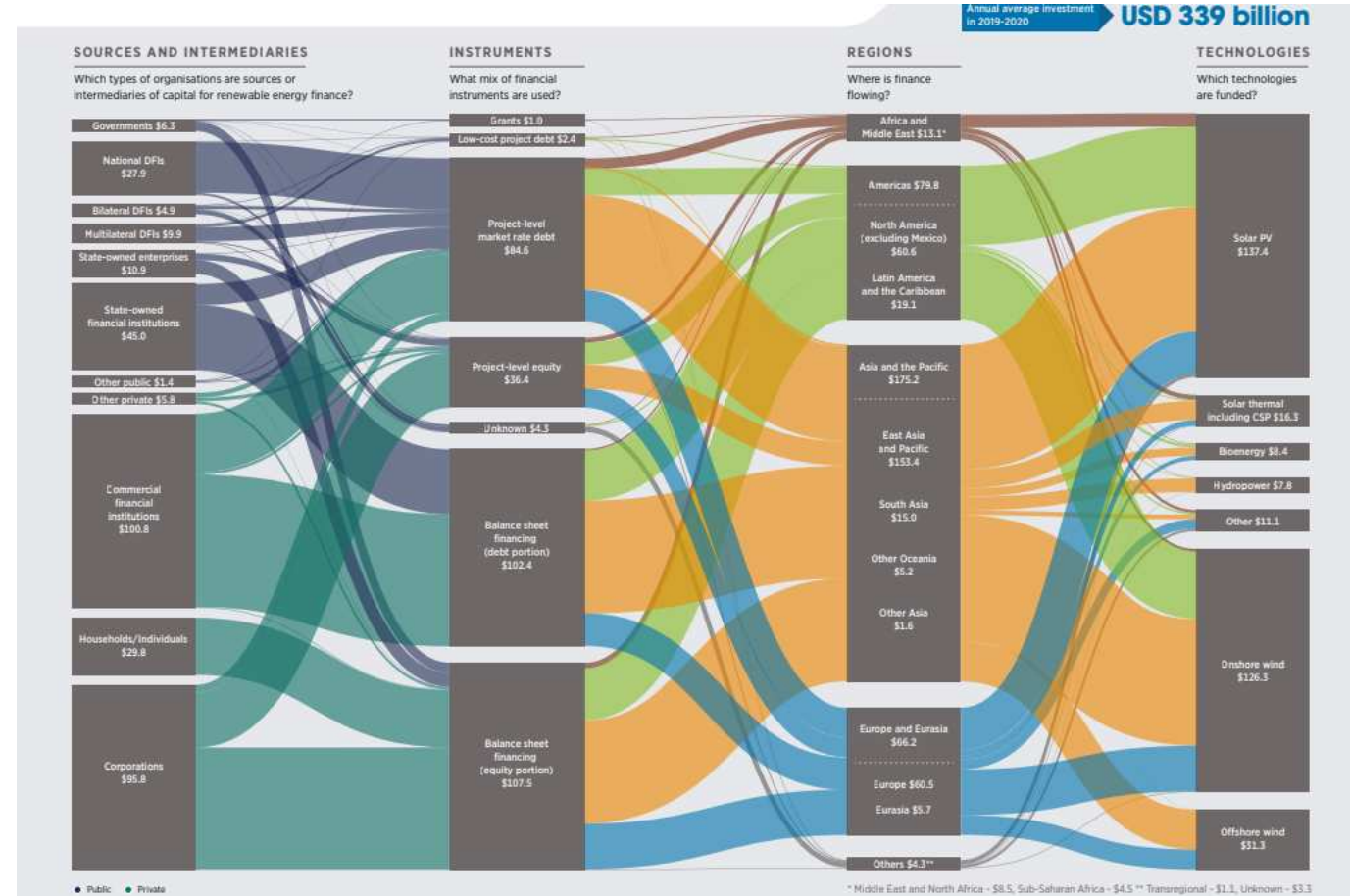
- Cambiamento climatico;
- Acidificazione;
- Eutrofizzazione;
- Formazione di ossidanti fotochimici;
- Esaurimento risorse abiotiche;
- Combustibili fossili;
- Scarsità idrica;
- Riduzione strato di ozono.



Investimenti a livello globale



Investimenti nelle tecnologie rinnovabili di circa 339 miliardi di dollari nel 2020 (diventati 500 miliardi nel 2022) di cui circa 31 miliardi sulla tecnologia eolica *offshore* (quasi il doppio rispetto al 2019).

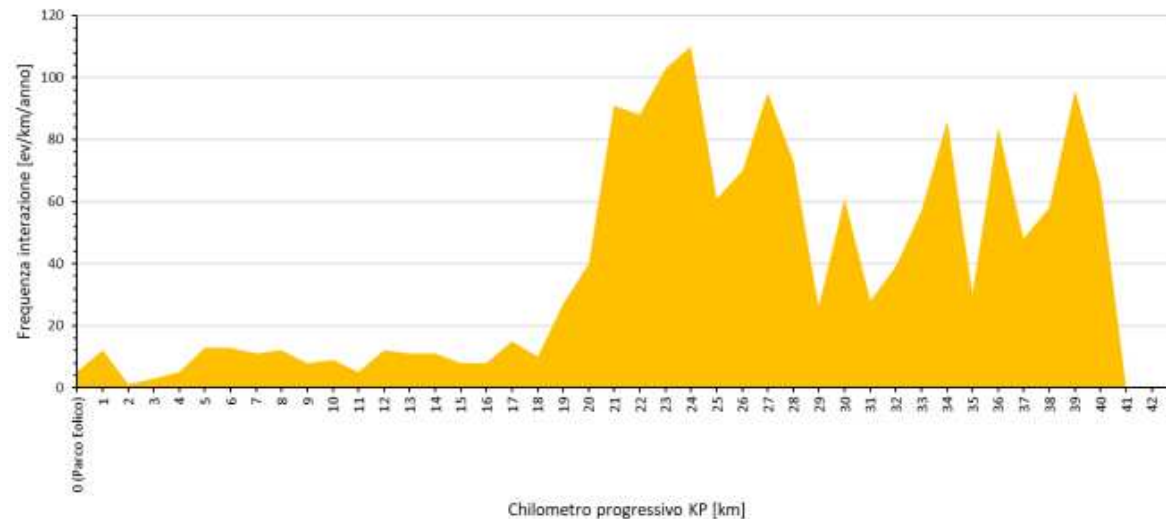


Negli ultimi 10 anni, abbiamo sperimentato una riduzione media globale dei costi dell'eolico *offshore*, in gran parte attribuibile allo sviluppo tecnologico. Tuttavia, è importante notare che si è verificata una certa volatilità, causata principalmente dai costi specifici legati ai siti eolici e dalle limitate dimensioni del mercato.

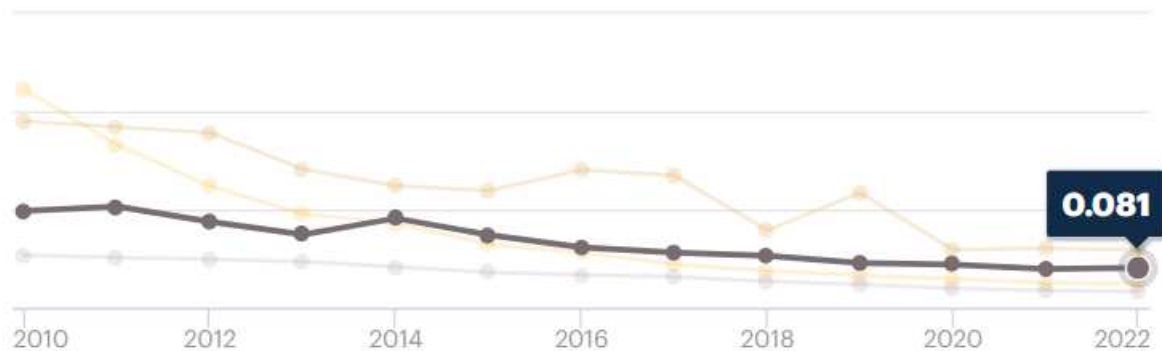
Impatti nel costo finale

Nell'analisi dei costi si tiene in considerazione di diversi impatti:

- Paesaggio
- Economia del mare (pesca)
- Costo di produzione dell'energia
- Prezzo dell'energia



■ PV
 ■ Onshore wind
 ■ Offshore wind
 ■ Concentrating solar power



Stima costo finale dell'energia

Si stima che il costo dell'energia elettrica proveniente dall'eolico *offshore*, applicando un WACC standard rappresentante il rischio del mercato (7% nelle economie in via di sviluppo e 8% nelle economie avanzate), arrivi a circa 60 \$/MWh al 2040.

Applicando un WACC per finanziamenti a basso rischio (WACC del 4%) si prevede di avere un costo dell'energia di 45\$/MWh.

Premessa:

Affinché l'eolico *offshore* possa ricoprire un ruolo importante nel mix energetico futuro è necessario l'incentivo da parte delle forze politiche oltre che nuovi investimenti da parte di enti pubblici e privati.

Per raggiungere gli obiettivi stabiliti dall'Unione Europea e da altri enti a livello globale occorre sviluppare maggiormente la tecnologia, soprattutto sotto gli aspetti delle piattaforme di galleggiamento e connessione alla rete.

Conclusioni:

Attraverso l'evoluzione dei componenti, l'ottimizzazione della distanza e l'integrazione di altre tecnologie, come l'accumulo, si potrà potenziare l'efficienza della tecnologia, riducendo progressivamente il problema della variabilità dell'energia eolica.