

Hydrogen and Alternative Fuels

R E P O R T 2 0 2 5

La decarbonizzazione del trasporto pesante: il settore dell'aviazione e il comparto marittimo

A cura di: Davide Guelfi

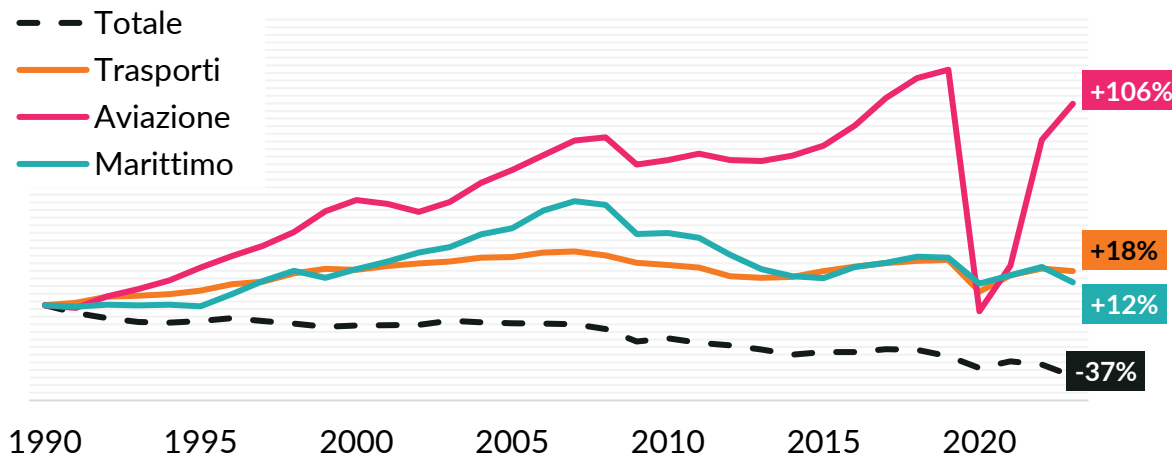
Il trasporto pesante: aerei e navi (1/2)

L'andamento delle emissioni negli ultimi tre decenni

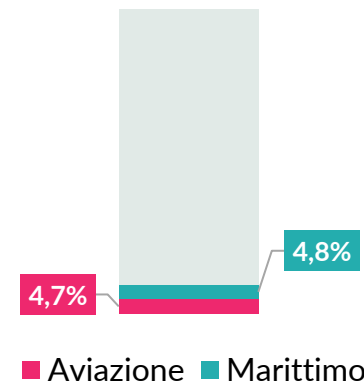


- In uno scenario che ha fatto registrare una riduzione complessiva delle emissioni nell'UE a partire dal 1990 (-37% al 2023), il **settore dei trasporti** ha invece registrato un **incremento delle emissioni** pari al (+18% nello stesso periodo). A questo aumento hanno contribuito sia il **settore marittimo** (+12%) sia, soprattutto, quello **dell'aviazione** (+106%).

Variazione delle emissioni rispetto ai valori del 1990 (%)



Contributo sulle emissioni totali (%)



Il trasporto pesante: aerei e navi (2/2)

L'Emissions Trading System (EU ETS)



- Nel corso degli anni, i settori dell'aviazione e del trasporto marittimo sono stati inclusi nel **meccanismo ETS** con l'obiettivo di spingere gli operatori verso la **decarbonizzazione**, disincentivando l'uso di carburanti di origine fossile.

Aviazione



- Validità a partire dal **2012**.



- Voli all'interno dello **Spazio Economico Europeo (SEE)** e da Svizzera e Regno Unito verso aeroporti UE.



- **Azzeramento** graduale delle **quote gratuite** tra il 2024 e il 2026.
- Fondo di **quote gratuite** aggiuntive per incentivare uso di carburanti sostenibili.

Marittimo



- Validità a partire dal **2024**.



- **100%** delle tratte tra **due porti UE**.
- **50%** delle tratte tra un porto UE e uno **extra-UE** (o viceversa).



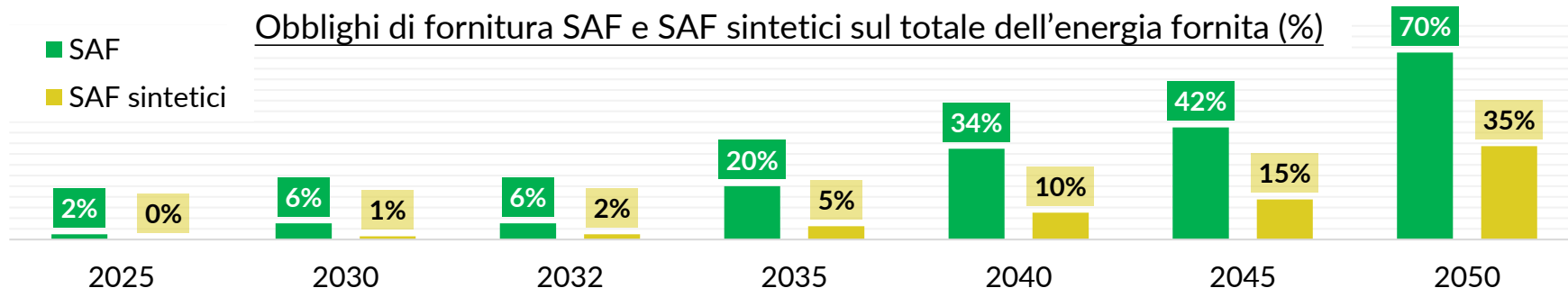
- **Introduzione graduale** tra 2024 e 2026.

ReFuelEU Aviation (1/2)

Obblighi e operatori coinvolti



- Il principale obiettivo del Regolamento **ReFuelEU Aviation** è quello di favorire il consumo dei **Sustainable Aviation Fuels (SAFs)**, introducendo obblighi sui fornitori di carburante, gli operatori aerei e gli enti di gestione aeroportuale.



Fornitori di carburante

- Fornire quote minime di SAF presso gli aeroporti dell'UE



Operatori aerei

- Limitare il ricorso a pratiche di *tankering*



Enti di gestione aeroportuale

- Agevolare la penetrazione di SAF negli aeroporti dell'UE

ReFuelEU Aviation (2/2)

Tipologie di SAF ammesse dal Regolamento



- Le **tipologie di SAF** ammesse dal Regolamento sono essenzialmente quattro: biocarburanti (bioSAF), carburanti sintetici (eSAF), carburanti da carbonio riciclato (RCF), idrogeno in forma pura.



Biocarburanti
(bioSAF)



Carburanti sintetici
(eSAF)



Carburanti RCF



Idrogeno (forma pura)

ReFuelEU Aviation (2/2)

Tipologie di SAF ammesse dal Regolamento



- Le **tipologie di SAF** ammesse dal Regolamento sono essenzialmente quattro: biocarburanti (bioSAF), carburanti sintetici (eSAF), carburanti da carbonio riciclato (RCF), idrogeno in forma pura.

Totalmente compatibili con i motori attuali



Biocarburanti
(bioSAF)



Carburanti sintetici
(eSAF)



Carburanti RCF



Idrogeno (forma pura)

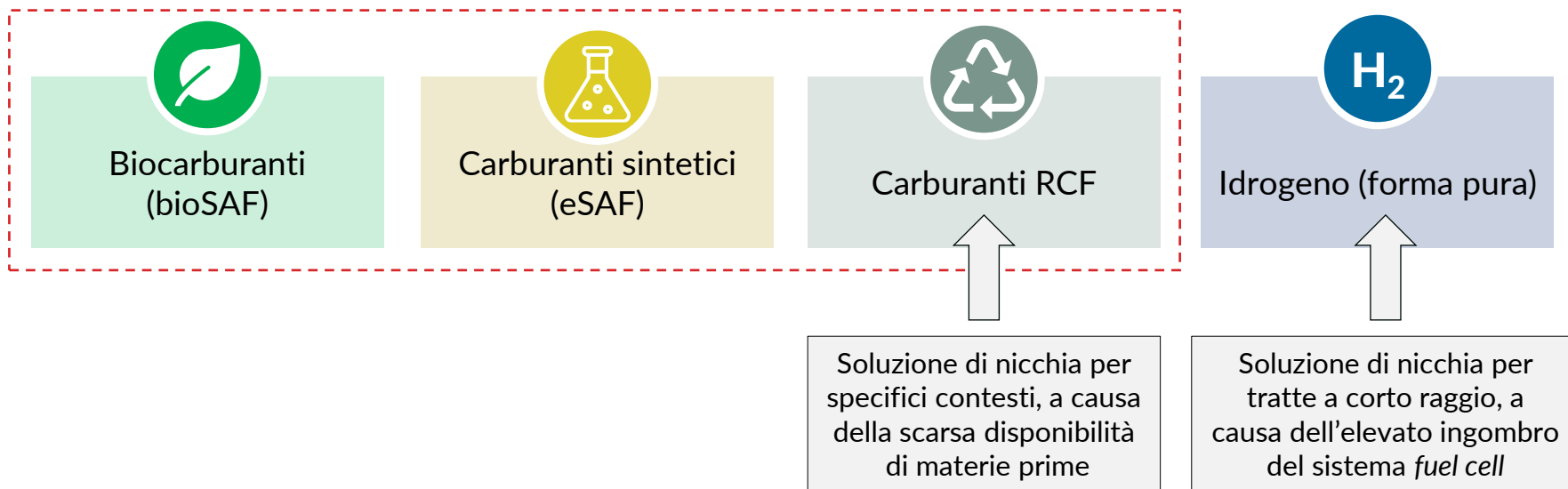
ReFuelEU Aviation (2/2)

Tipologie di SAF ammesse dal Regolamento



- Le **tipologie di SAF** ammesse dal Regolamento sono essenzialmente quattro: biocarburanti (bioSAF), carburanti sintetici (eSAF), carburanti da carbonio riciclato (RCF), idrogeno in forma pura.

Totalmente compatibili con i motori attuali



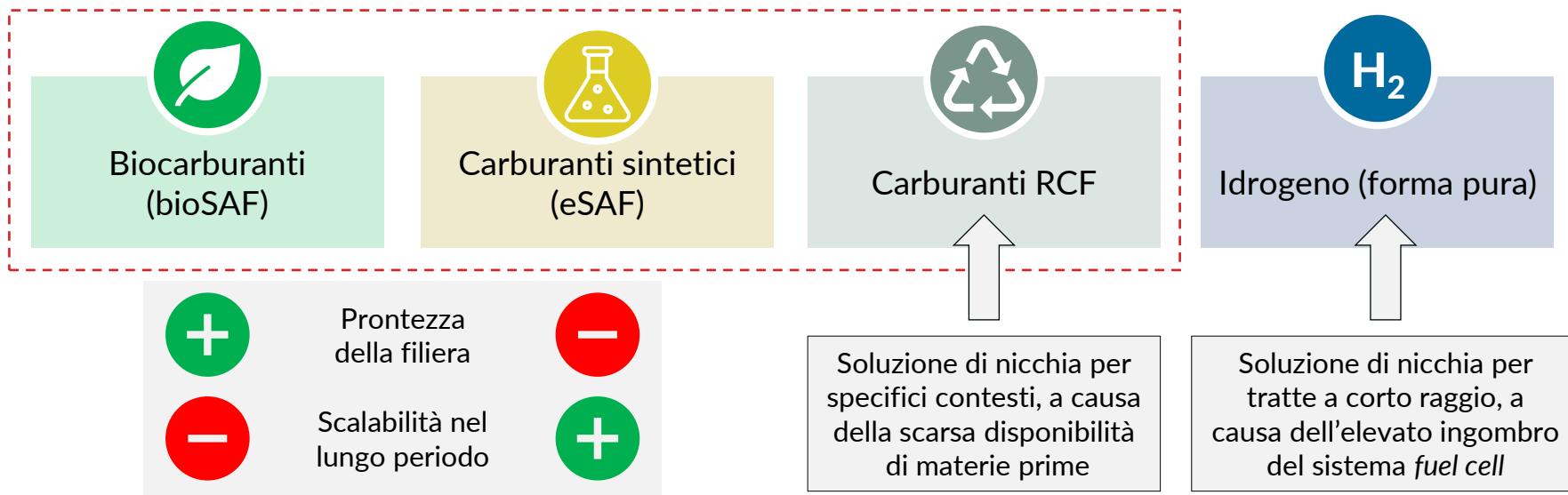
ReFuelEU Aviation (2/2)

Tipologie di SAF ammesse dal Regolamento



- Le **tipologie di SAF** ammesse dal Regolamento sono essenzialmente quattro: biocarburanti (bioSAF), carburanti sintetici (eSAF), carburanti da carbonio riciclato (RCF), idrogeno in forma pura.

Totalmente compatibili con i motori attuali



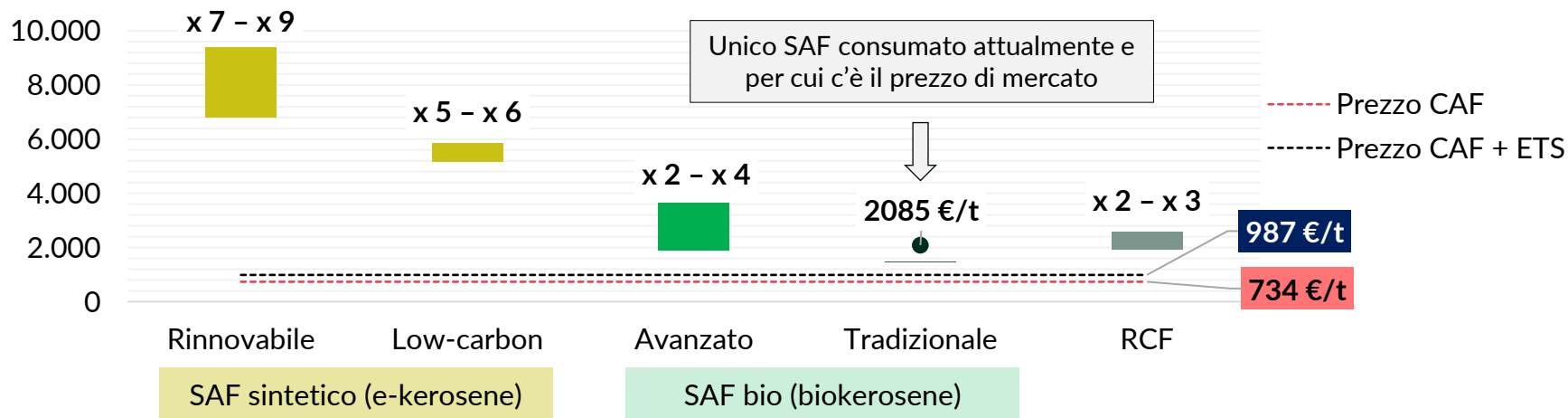
I costi di produzione dei SAF

Confronto con i carburanti tradizionali



- I **costi** associati alla produzione di **SAF** (in particolare per quelli **sintetici**) risultano ancora **superiori** rispetto a quelli del cherosene fossile (CAF – *Conventional Aviation Fuel*), anche tenendo conto degli oneri legati al sistema *ETS*.

Confronto tra i costi di produzione dei SAF e i prezzi di mercato dei CAF (€/tonnellata)



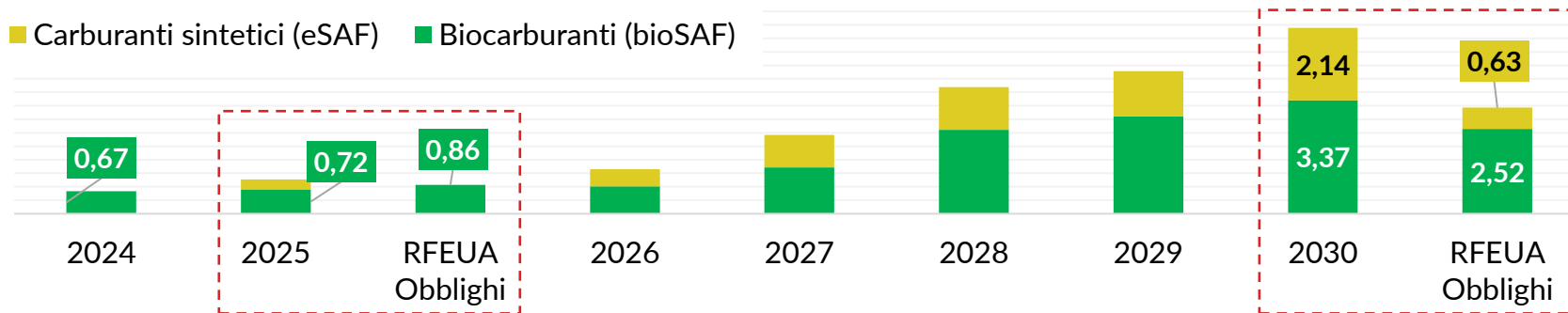
La produzione europea di SAF

Progetti annunciati al 2030



- I **fornitori** (nonché produttori) di **carburanti per l'aviazione** hanno iniziato a rispondere agli obblighi del Regolamento, annunciando una serie di progetti potenzialmente in grado di **garantirne il rispetto**.

Capacità produttiva di SAF operativa e annunciata in Europa [Mt/anno]



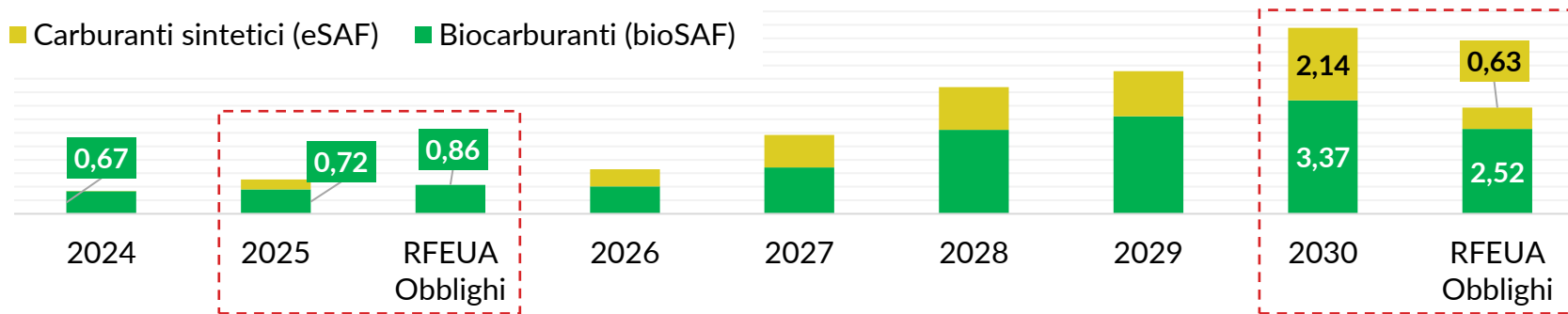
La produzione europea di SAF

Progetti annunciati al 2030



- I **fornitori** (nonché produttori) di **carburanti per l'aviazione** hanno iniziato a rispondere agli obblighi del Regolamento, annunciando una serie di progetti potenzialmente in grado di **garantirne il rispetto**.

Capacità produttiva di SAF operativa e annunciata in Europa [Mt/anno]



La maggior parte di questi progetti è ancora nelle fasi iniziali (*feasibility* o *concept*):
sarà quindi opportuno monitorare la loro effettiva realizzazione

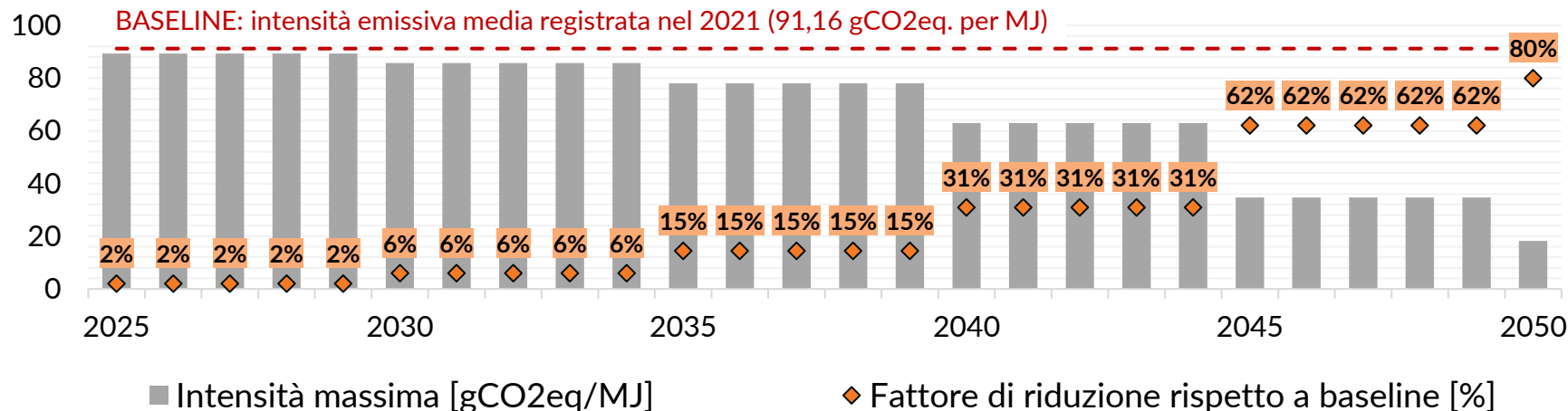
FuelEU Maritime (1/2)

Obblighi introdotti dal Regolamento



- Gli **operatori navali** devono rispettare un certo limite **sull'intensità emissiva** dell'energia utilizzata a bordo delle navi, calcolata con un approccio **Well-to-Wake**, e quindi considerando l'intero ciclo di vita del carburante utilizzato.

Limiti emissivi introdotti dal FuelEU Maritime (gCO₂eq. per MJ)



FuelEU Maritime (2/2)

Principio e meccanismi



- Il Regolamento si basa su un principio di **neutralità tecnologica**: non impone l'utilizzo di specifici carburanti, ma lascia agli operatori la **libertà di scegliere** le modalità con cui ridurre l'intensità emissiva.
- Per facilitare il rispetto degli obblighi, il Regolamento mette a disposizione degli operatori due meccanismi di particolare rilievo ai fini delle loro scelte: il meccanismo di **pooling** e quello di **banking&borrowing**.



Banking & Borrowing

- Il meccanismo consente agli operatori navali di accumulare i crediti derivanti da un surplus di conformità (fase di **banking**) e utilizzarli in un momento successivo in caso di deficit di conformità (fase di **borrowing**)



Pooling mechanism

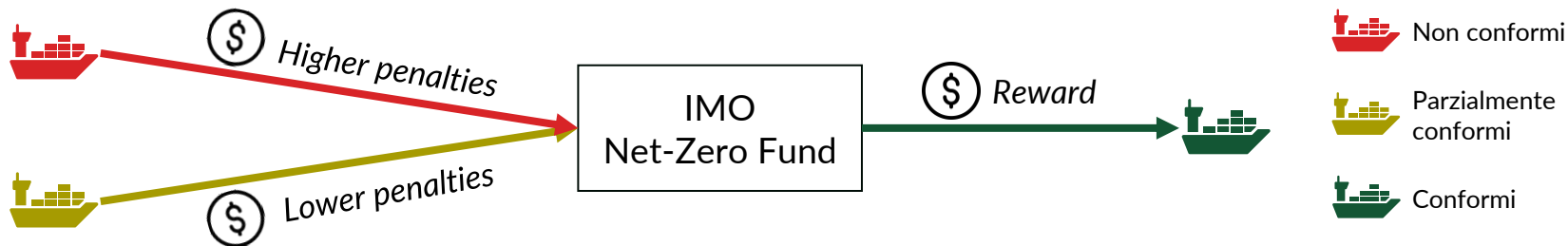
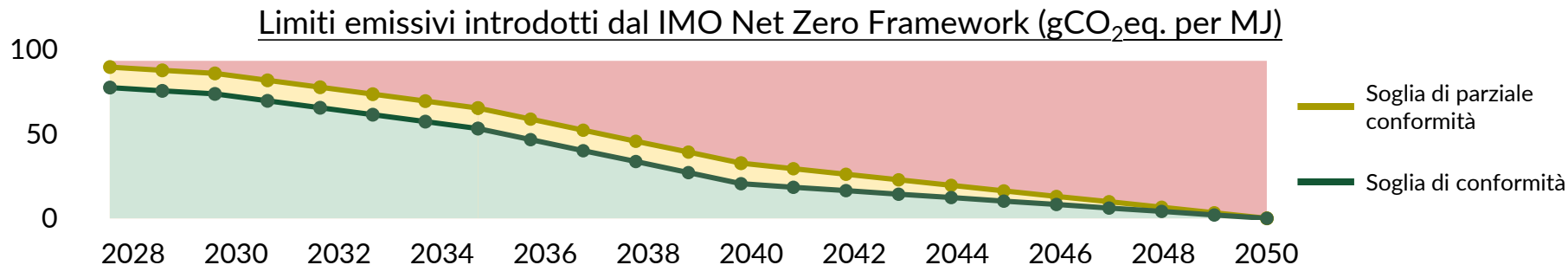
- Il meccanismo consente agli operatori navali di **aggregare** le performance emissive di **più navi** e compensare eventuali deficit di conformità di alcune unità con i surplus di altre appartenenti allo stesso gruppo

MAGGIORE FLESSIBILITÀ

IMO Net Zero Framework

Il primo Regolamento con validità globale

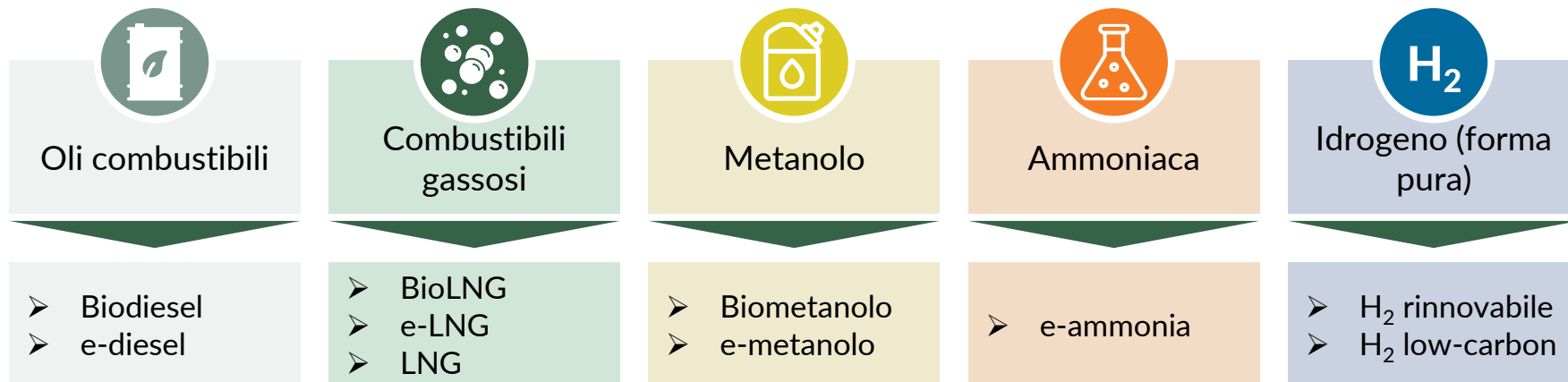
- A inizio 2025 la *International Maritime Organization* (IMO) ha annunciato che per la prima volta sarà implementato un **Regolamento globale** sulle emissioni navali: gli obblighi avranno validità a partire dal **1° gennaio 2028**.



I carburanti alternativi per la navigazione

Classificazione per struttura termo-fisica

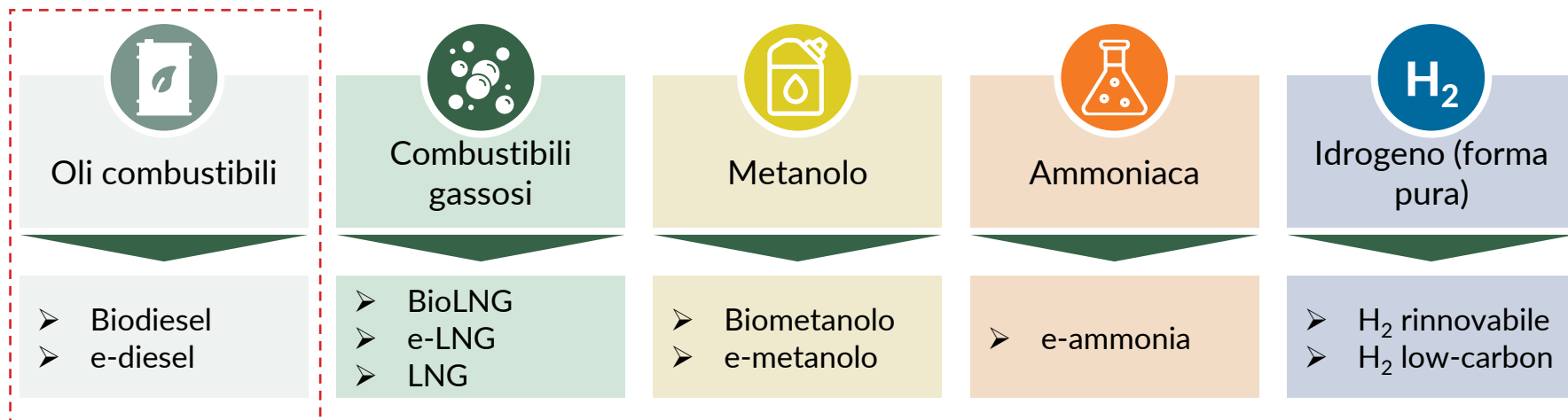
- I **carburanti alternativi** attraverso cui è possibile ridurre l'intensità emissiva si possono classificare in base alla loro **struttura termo-fisica**. In base alle caratteristiche del processo produttivo, si parla di biocarburanti o carburanti sintetici.



I carburanti alternativi per la navigazione

Classificazione per struttura termo-fisica

- I **carburanti alternativi** attraverso cui è possibile ridurre l'intensità emissiva si possono classificare in base alla loro **struttura termo-fisica**. In base alle caratteristiche del processo produttivo, si parla di biocarburanti o carburanti sintetici.

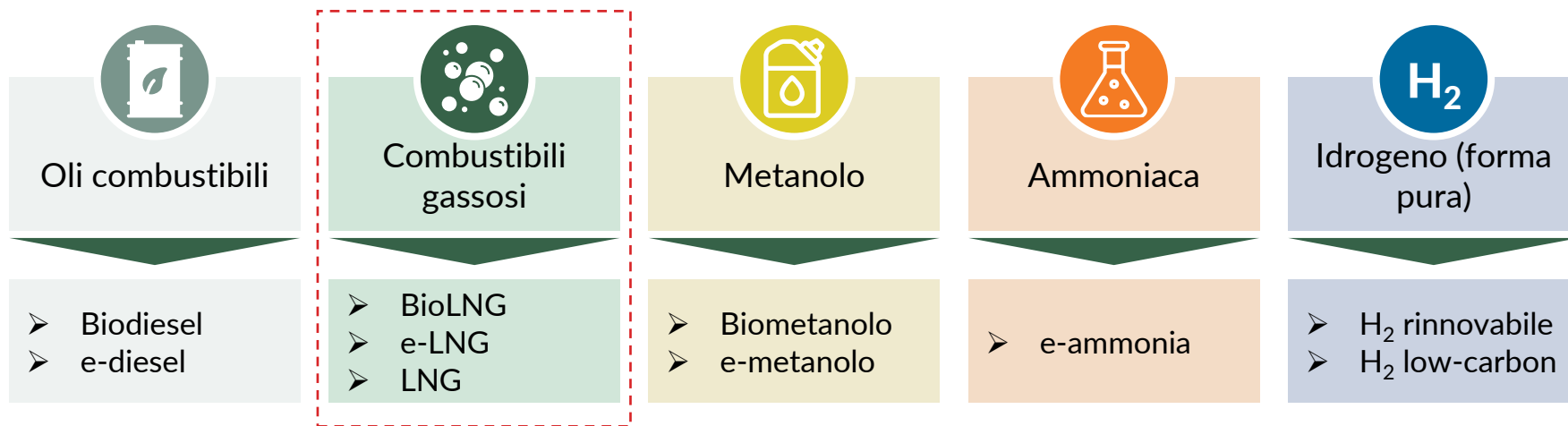


**Compatibili con attuali
motori e infrastrutture
portuali**

I carburanti alternativi per la navigazione

Classificazione per struttura termo-fisica

- I **carburanti alternativi** attraverso cui è possibile ridurre l'intensità emissiva si possono classificare in base alla loro **struttura termo-fisica**. In base alle caratteristiche del processo produttivo, si parla di biocarburanti o carburanti sintetici.

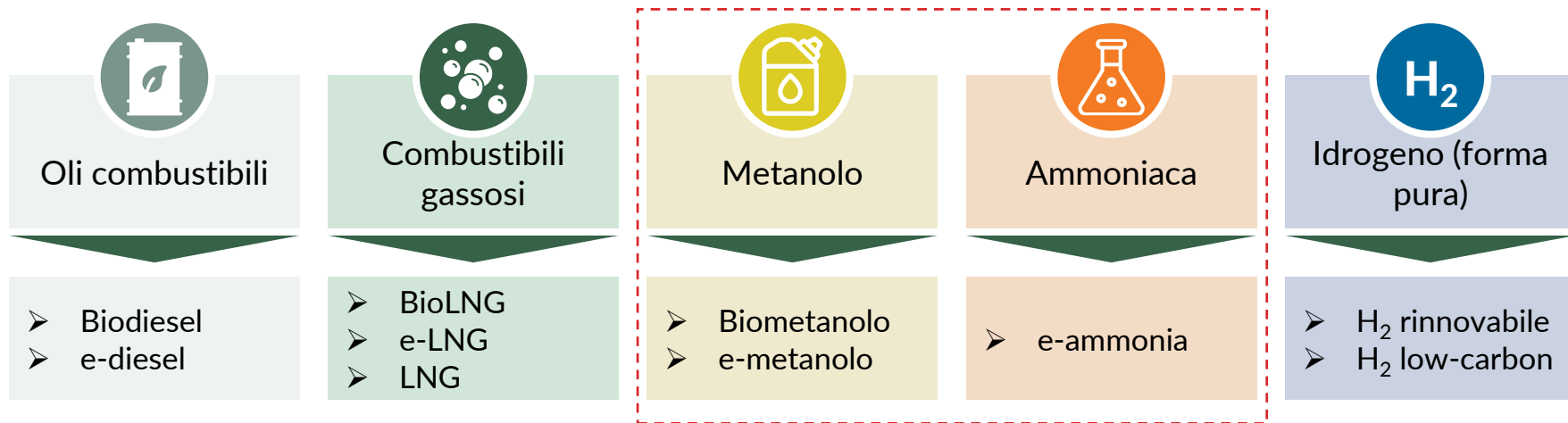


Compatibilità con motori *dual fuel* e con infrastrutture portuali, ma infrastrutture di *bunkering* ancora poco diffuse

I carburanti alternativi per la navigazione

Classificazione per struttura termo-fisica

- I **carburanti alternativi** attraverso cui è possibile ridurre l'intensità emissiva si possono classificare in base alla loro **struttura termo-fisica**. In base alle caratteristiche del processo produttivo, si parla di biocarburanti o carburanti sintetici.

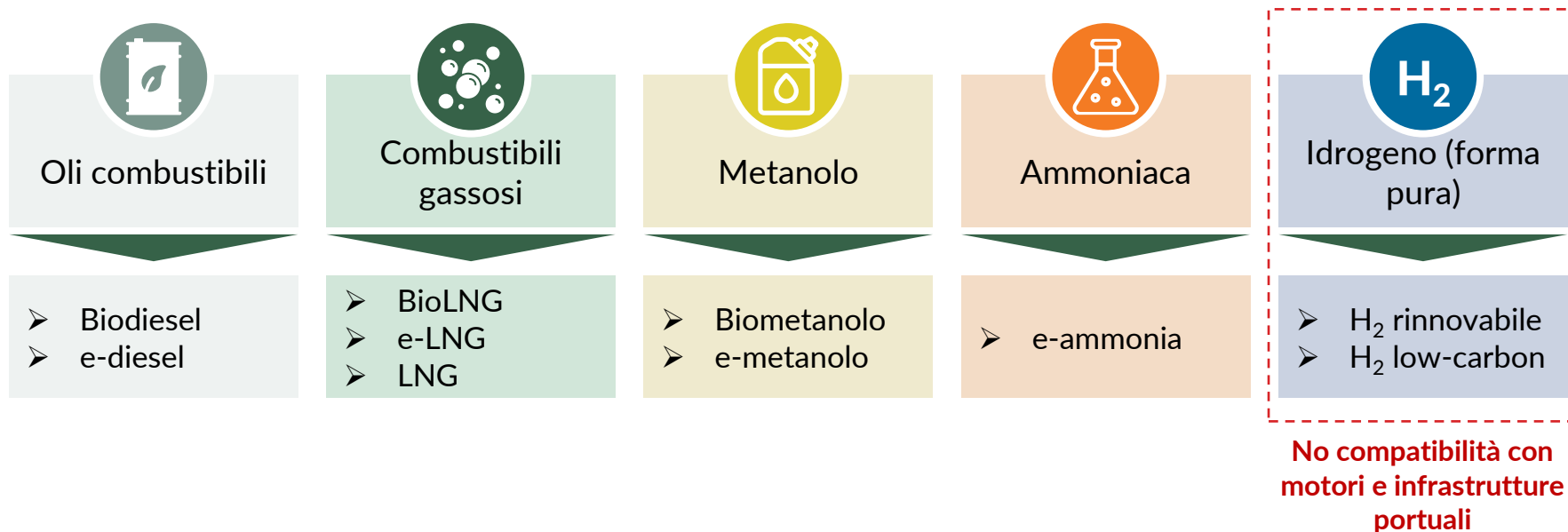


**Compatibilità con motori *dual fuel*,
infrastrutture portuali solo in alcuni siti,
infrastrutture di *bunkering* ancora poco diffuse**

I carburanti alternativi per la navigazione

Classificazione per struttura termo-fisica

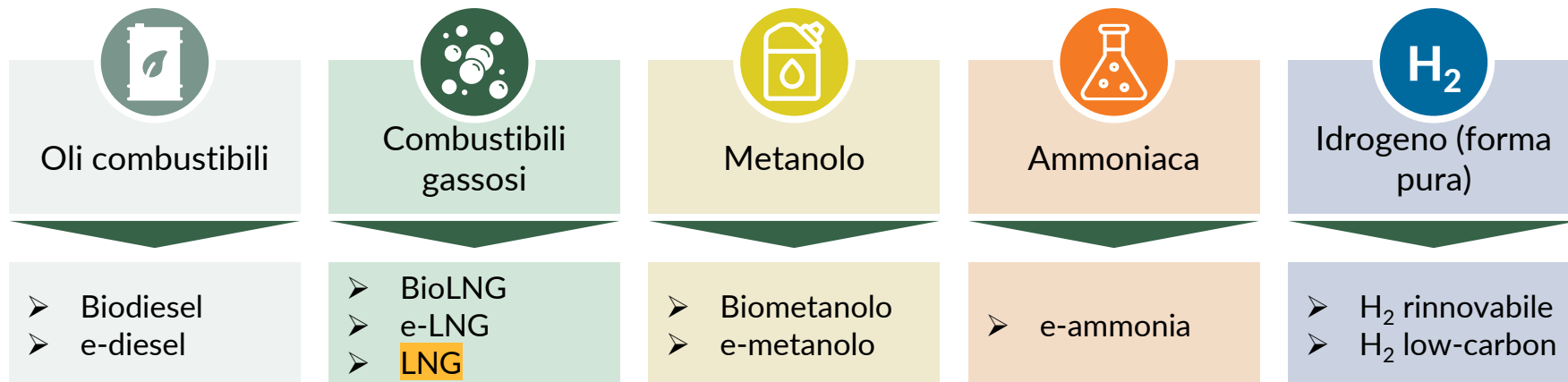
- I **carburanti alternativi** attraverso cui è possibile ridurre l'intensità emissiva si possono classificare in base alla loro **struttura termo-fisica**. In base alle caratteristiche del processo produttivo, si parla di biocarburanti o carburanti sintetici.



I carburanti alternativi per la navigazione

Classificazione per struttura termo-fisica

- I **carburanti alternativi** attraverso cui è possibile ridurre l'intensità emissiva si possono classificare in base alla loro **struttura termo-fisica**. In base alle caratteristiche del processo produttivo, si parla di biocarburanti o carburanti sintetici.



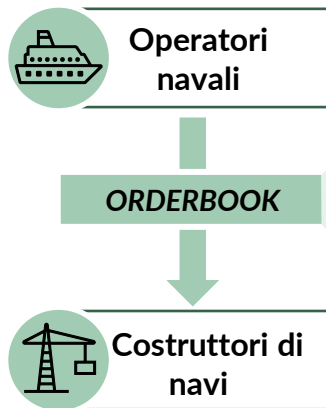
Sebbene sfrutti una fonte fossile, la navigazione a LNG diminuisce comunque le emissioni rispetto all'utilizzo del tradizionale carburante (diesel o marine diesel oil)



L'analisi dell'orderbook globale

Gli oli combustibili sono ancora i principali *player*

- L'analisi dell'**orderbook globale** evidenzia le direzioni privilegiate dagli operatori nella scelta del **carburante**: attualmente, il 77% delle navi in costruzione o commissionate è progettato per una propulsione a **oli combustibili**.
- Un numero significativo (1260 unità, pari a circa il 19% del totale) sarà invece in grado di operare con motori *dual fuel*, utilizzando combustibili gassosi. Più contenuto il numero di navi progettate per utilizzare metanolo (269 unità), mentre l'ammoniaca rimane ancora una soluzione di nicchia, con appena 16 unità in costruzione.



Tipo di propulsione	# Navi	% sul totale
Oli combustibili	5172	77%
Combustibili gassosi	1260	18,8%
Metanolo	269	4%
Ammoniaca	16	0,2%

Il contesto italiano

Situazione attuale e obiettivi nazionali

Valori in ktep



Situazione attuale

- Quota di biocarburanti inferiore allo 0,2%

Dati storici (EUROSTAT, SEA)

1,5

Marittimo

6,2

Aviazione

2023

Breve-medio periodo

- Cresce la quota coperta dai biocarburanti liquidi (bioSAF)

Obiettivi PNIEC

11

Marittimo +
Aviazione

2025

90

59

Marittimo +
Aviazione

2030

36

235



Biocarburanti liquidi



Biometano



RFNBO

Lungo periodo

- Forte sviluppo dei eSAF per il trasporto aereo

Proiezioni SNI

200

Marittimo

3000

Aviazione

2050

1

Emissioni in crescita nei trasporti: un buon segnale i nuovi Regolamenti

In contrasto con il trend complessivo, il **settore dell'aviazione** e quello **marittimo** hanno registrato un **aumento delle emissioni** dal 1990 a oggi. Regolamenti come *ReFuel Aviation*, *FuelEU Maritime* e *IMO Net Zero Framework*, che si aggiungono alla piena applicazione dell'ETS, sono quindi fondamentali per favorire il processo di **decarbonizzazione**.

2

***ReFuelEU Aviation*: obiettivi ambiziosi.. ma anche forti preoccupazioni**

Il *ReFuelEU Aviation* introduce obiettivi ambiziosi per l'impiego di **SAF**, favoriti dalla **piena compatibilità** con motori e infrastrutture esistenti. Tuttavia, preoccupa l'obbligo sugli e-SAF a partire dal 2030, vista l'attuale immaturità della filiera. Inoltre, i **costi ancora elevati** dei SAF potrebbero gravare sugli operatori o essere trasferiti sui consumatori.

3

***FuelEU Maritime*: obiettivi poco ambiziosi e rischio lock-in sull'LNG fossile**

Gli obiettivi del *FuelEU Maritime* rischiano di incentivare la prosecuzione dell'uso di **carburanti fossili**. In particolare, il **LNG** si sta affermando come il principale "carburante alternativo" e, considerando che la variante fossile permette di rispettare gli obblighi per diversi anni, rischia di non essere solo una scelta transitoria, ma anche **di lungo termine**.

POLIMI SCHOOL OF
MANAGEMENT

 **energy**
&strategy 