



INTESA SANPAOLO  
INNOVATION CENTER

**MOST**  
CENTRO NAZIONALE PER LA MOBILITÀ SOSTENIBILE

SPOKE 14

INDUSTRY TRENDS REPORT  
**AUTOMOTIVE,  
TRANSPORTATION  
& LOGISTICS**  
**AVIATION AND ADVANCED  
AIR MOBILITY**

FROST & SULLIVAN



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



La maggior parte dei dati e delle considerazioni della presente pubblicazione provengono da Frost & Sullivan. Si basano su informazioni proprietarie e riconducibili a diverse fonti societarie, istituzionali e accademiche citate nel testo.

Tutti i diritti riservati. È vietato procedere, con qualsiasi mezzo e a qualsiasi titolo, in misura parziale o totale, alla riproduzione, l'uso, la distribuzione, la pubblicazione, la trasmissione, la modifica e la vendita del presente documento o di sue parti.

# CONTENTS

EXECUTIVE SUMMARY

4

INTRODUZIONE

7

COMBUSTIBILE A IDROGENO

11

PROPULSIONE ELETTRICA

24

CARBURANTI SOSTENIBILI PER L'AVIAZIONE

36

MOBILITÀ AEREA URBANA

50

PRINCIPALI ABBREVIAZIONI

63

# EXECUTIVE SUMMARY

L'aviazione commerciale contribuisce circa al 3% dell'intera anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) prodotta a livello globale. Senza interventi mirati al controllo delle emissioni, la percentuale è destinata a crescere.

Pertanto, gli sforzi degli operatori del mercato mirano al passaggio a fonti di energia alternative con nuovi combustibili che hanno il potenziale per contribuire in una percentuale pari al 65% al raggiungimento del Net Zero nel 2050. Le alternative al jet fuel tradizionale includono idrogeno ed elettricità, nonché sostituti di tipo sostenibile come le fonti sintetiche e il nucleare. Oltre a contribuire al raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni, i nuovi combustibili offrono un vantaggio economico a lungo termine, consentendo nel contempo alle parti interessate del settore di adempiere gli obblighi normativi.

L'adozione del **combustibile a idrogeno** gode del sostegno finanziario per l'H2 di organizzazioni governative nazionali e internazionali e della spinta dovuta all'utilizzo in settori adiacenti con applicazioni emergenti, in particolare nel comparto automobilistico, spaziale e marittimo.

Tuttavia, la spesa in conto capitale necessaria per sviluppare progetti di energia rinnovabile rende proibitivo il costo dell'idrogeno come combustibile. Nel complesso, l'utilizzo come jet fuel presenta aspetti positivi e negativi, con sfide per lo più legate alla capacità di produzione e stoccaggio.

Il settore sta tuttavia facendo passi da gigante con affermati produttori di apparecchiature originali (OEM) come Airbus e specialisti emergenti in basse emissioni come ZeroAvia con aerei alimentati ad H2. Le partnership saranno fondamentali nell'accelerare gli sviluppi del settore. I costruttori di motori stanno già giocando un ruolo di spicco: Pratt & Whitney e CFM International, ad esempio, sono entrambe impegnate nel lancio di soluzioni specifiche per l'idrogeno. Anche le compagnie aeree stanno entrando in azione con United, Alaska e Connect per esplorare il potenziale dei sistemi di propulsione ad H2 negli Stati Uniti e in Europa Icelandair sta collaborando con Heart Aerospace per lo sfruttamento dell'idrogeno.

La **propulsione elettrica** offre vantaggi simili all'idrogeno in termini di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, ma promette anche di aprire nuove rotte e destinazioni a corto raggio.

Gli aeromobili **completamente elettrici** sono ormai una possibilità, così come le versioni **ibride** a carburante ed elettriche. Come per l'idrogeno, l'industria nascente è composta da più parti interessate diverse, ognuna delle quali dovrà svolgere un ruolo affinché la diffusione degli aeromobili elettrici decolli in modo consistente.

Il diffuso impiego commerciale dell'elettrico è soggetto ad alcuni prerequisiti che includono soprattutto la necessità di migliorare radicalmente il rapporto peso/potenza delle batterie. Inoltre, sarà fondamentale l'implementazione di un sistema riconosciuto di certificazione

della propulsione elettrica, oltre alla necessità di apportare numerose migliorie alle infrastrutture aeroportuali.

Attualmente sono presenti a livello globale quattro principali piattaforme completamente elettriche supportate da una serie di iniziative settoriali, mentre quasi tutte le principali compagnie aeree hanno già pronti piani di implementazione di velivoli completamente elettrici, tra cui EasyJet. In futuro si prevede che l'utilizzo dell'elettrico si estenderà dalle rotte per pendolari a quelle più a lungo raggio grazie al progredire della tecnologia e alla riduzione della differenza di costi rispetto al jet fuel tradizionale. Infine, lo sviluppo di aerei ad ala mista con l'unione della fusoliera all'ala in un'unica struttura consentirà un'efficienza superiore.

Oltre all'idrogeno e all'elettricità, anche i biocarburanti rientrano nei **carburanti sostenibili per l'aviazione** o SAF.

Come per l'idrogeno, lo sviluppo di questi carburanti è sostenuto da costruttori di motori come Rolls-Royce, che li ha testati con successo su un Boeing nel 2021. Allo stesso modo, GE Aviation ha collaborato con la NASA per costruire motori sostenibili per aeromobili a fusoliera stretta e sta lavorando per migliorare l'efficienza dei consumi di carburante.

Più in generale, nel 2021, IndiGo è stata la prima compagnia aerea indiana a pubblicare un rapporto sulla sostenibilità, analizzando la crescente attenzione del settore all'ambiente. Allo stesso modo, il programma Greenliner di Etihad rappresenta un banco di prova per altre innovazioni "green".

In un'ottica di lungo termine, l'industria aeronautica guarda al settore spaziale come fonte di ispirazione per trovare forme alternative e sostenibili di carburante. La propulsione nucleare termica non è certo una novità, ma ora sta diventando realtà. Si prevede un'accelerazione del suo sviluppo con l'avvento di missioni nello spazio profondo per le quali i combustibili tradizionali ed emergenti sono attualmente inadeguati.

Le azioni in volo sono accompagnate da piani relativi alle operazioni di terra che mirano a rendere il settore più sostenibile, come, ad esempio, quello dell'aeroporto di Changi, impegnato a valutare gli sforzi effettuati per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>.

In generale, le iniziative si dividono in tre gruppi principali che prevedono tra le misure emergenti in ambito **sociale** programmi di compensazione degli effetti dell'inquinamento acustico e l'hosting di aziende agricole biologiche. Dal punto di vista **ambientale**, l'uso di edifici ecocompatibili e di energie rinnovabili è una parte fondamentale delle strategie di molti operatori. Infine, la creazione di strutture per aeromobili a decollo e atterraggio verticale (VTOL) può aumentare l'**economia** di un aeroporto, oltre a integrarlo nelle aree urbane circostanti.

In effetti, si prevede che l'aumento degli investimenti e della produzione di aeromobili elettrici VTOL (eVTOL) spianerà la strada all'adozione della **mobilità aerea urbana** (UAM).

La promessa di migliorare la sostenibilità e di ridurre la congestione nell'ambito di un'urbanizzazione in continua espansione e accelerazione avrà l'effetto di potenziare il mercato. Le emergenze sono tra i casi d'uso in cui è previsto l'impiego del servizio UAM, tuttavia gli aeromobili eVTOL sono destinati principalmente al trasporto merci e, in particolare, passeggeri.

La maggiore diffusione dell'idrogeno e degli aeromobili elettrici dipende dal superamento di una serie di sfide, in particolare quella della mancanza di infrastrutture UAM specifiche. Pertanto, gli aeroporti giocheranno un ruolo fondamentale nella creazione del mercato della mobilità aerea urbana e trarranno vantaggio dai loro investimenti attraverso la generazione di nuovi ed estesi flussi di ricavi aeronautici e non aeronautici.

Anche la disponibilità di collegamenti ferroviari e di altre modalità di trasporto sarà fondamentale per i principali attori del mercato europeo UAM, tra cui URBANV (Italia) che prevede di aprire la tratta Fiumicino-Roma Termini già nel 2024.

Il presente rapporto esamina le innovazioni presenti in materia di nuovi combustibili e in altre aree specifiche, tra cui il sistema UAM, e analizza il contributo che l'industria aeronautica può offrire alla riduzione delle emissioni.

---

# INTRODUZIONE

---



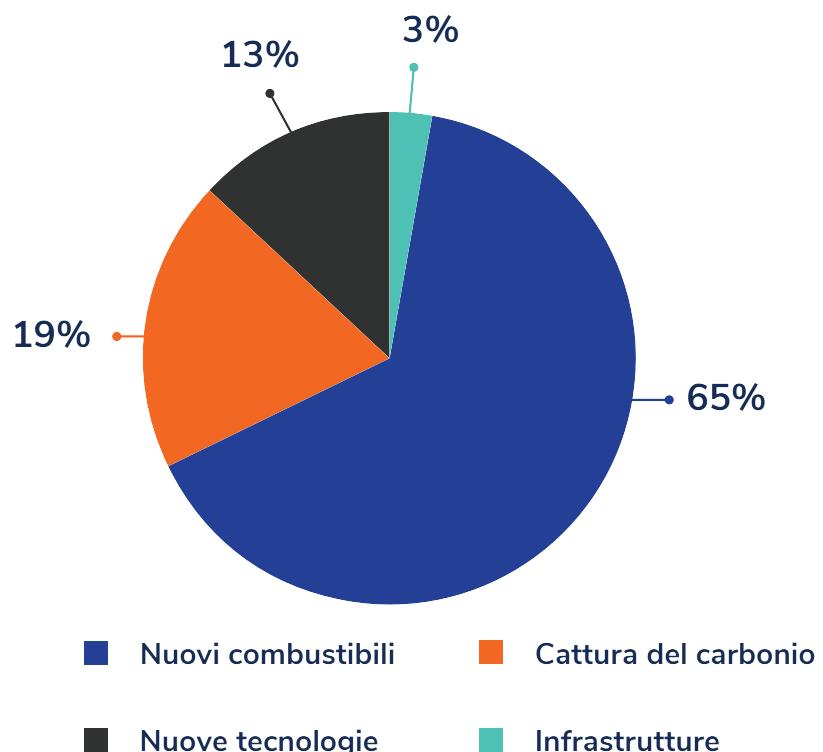
**L'aviazione commerciale contribuisce circa al 3% dell'intera CO2 prodotta a livello globale. Senza interventi mirati al controllo delle emissioni, la percentuale è destinata a crescere**

Con i volumi di passeggeri in costante crescita e la previsione di un numero di aeromobili quasi raddoppiato a livello globale entro il 2050, le emissioni sono aumentate del 2,2% tra il 2005 e il 2010 da 650 milioni di tonnellate (t) a 664, del 16,7% tra il 2010 e il 2015 (a 775 t) e del 16,8% dal 2015 al 2019 (a 905 t). Il calo a 547 t registrato nel 2021 è dovuto solo alla chiusura completa dell'industria aeronautica a causa della pandemia di COVID-19.

**Pertanto, gli sforzi degli operatori del mercato mirano al passaggio a fonti di energia alternative con nuovi combustibili che hanno il potenziale per contribuire in una percentuale pari al 65% al raggiungimento del Net Zero nel 2050**

L'uso di carburanti innovativi per l'aviazione dovrebbe avere l'impatto più significativo sulle emissioni di CO2 prodotte dall'industria. Entro il 2050, le misure collettive per controllare le emissioni (tra cui la cattura del carbonio e altre nuove tecnologie, nonché le trasformazioni delle infrastrutture) faranno risparmiare quasi 21,2 gigatonnellate di CO2 rispetto ai livelli di emissioni mantenuti dal settore dell'aviazione commerciale nel caso in cui l'uso regolare di carburante tradizionale dovesse continuare.

#### CONTRIBUTI ALLE EMISSIONI DI CARBONIO NET ZERO NEL SETTORE DELL'AVIAZIONE ENTRO IL 2050 A LIVELLO GLOBALE



**Le alternative al jet fuel tradizionale includono idrogeno ed elettricità, nonché sostituti di tipo sostenibile come le fonti sintetiche e il nucleare**

L'industria automobilistica ha utilizzato con successo l'**idrogeno** come alternativa più pulita ai carburanti tradizionali. Esistono vari modi per ottenere idrogeno, ma il processo più comune è lo steam reforming del gas metano.

L'*idrogeno verde* è il prodotto derivato da fonti di energia rinnovabile che non richiede alcun consumo di carbonio durante tutti i processi correlati, il che lo rende il principale candidato al ruolo di carburante alternativo per gli aeromobili, mentre l'*idrogeno blu* si basa su un processo secondario di cattura del carbonio che impedisce il rilascio di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera e, infine, l'*idrogeno grigio* è il prodotto dei combustibili fossili.

Nel corso dell'ultimo decennio la tecnologia delle batterie è sostanzialmente progredita e i viaggi aerei **elettrici** a corto raggio sono ormai prossimi a diventare realtà. I sistemi di propulsione elettrica hanno mostrato risultati promettenti nella mobilità aerea avanzata.

Il jet fuel tradizionale deriva dal petrolio grezzo, mentre i **carburanti sostenibili per l'aviazione** (SAF) hanno origine da materiali sottoposti a riciclo o reimpiego migliorativo (upcycling).

Ulteriori alternative includono i carburanti **sintetici**, generalmente in forma liquida, che derivano dalla lavorazione di metanolo, carbone o gas di sintesi tramite il processo di conversione Fischer-Tropsch, e quella **nucleare** attualmente in fase concettuale.



**Oltre a contribuire al raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni, i nuovi combustibili offrono un vantaggio economico a lungo termine, consentendo nel contempo alle parti interessate del settore di adempiere gli obblighi normativi**

### **Raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni**

I governi di tutto il mondo sono impegnati a raggiungere diversi obiettivi che prevedono il dimezzamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> entro il 2050, se non addirittura prima. Poiché l'industria aeronautica contribuisce in modo significativo all'inquinamento atmosferico, è diventata oggetto di pesanti critiche al riguardo da parte dell'opinione pubblica e delle agenzie nazionali e internazionali che l'hanno spinta a esplorare nuovi combustibili.

### **Offerta di vantaggi economici**

I motori elettrici sono anche più semplici e più facili da manutenere, riparare e revisionare (MRO). Il passaggio ad aeromobili a combustibile alternativo potrebbe contribuire a ridurre i costi del ciclo di vita del 60-70%. I motori a turbina a gas necessitano di una revisione ogni 7.000-9.000 ore, mentre quelli elettrici devono essere revisionati ogni 20.000-25.000 ore circa, riducendo, in tal modo, la necessità delle operazioni MRO.

### **Osservanza dei requisiti normativi**

L'Organizzazione Internazionale per l'Aviazione Civile (ICAO) ha fissato standard rigorosi per le emissioni di CO<sub>2</sub> degli aeromobili che hanno spinto le compagnie aeree e i costruttori di aeromobili (OEM) a studiare soluzioni che li aiuteranno a rispettarli. Anche l'Agenzia per la protezione dell'ambiente degli Stati Uniti (EPA) ha esercitato pressioni sul settore per ridurre le emissioni, definendo i requisiti sui gas serra (GHG) per gli aeromobili che operano negli Stati Uniti.

Gli aeromobili alimentati a idrogeno, SAF o elettrici consentono al settore di essere maggiormente ecosostenibile e di rispettare i regolamenti e gli standard specifici.

Nel luglio 2021, la Commissione europea ha annunciato un piano per facilitare la transizione ecologica, ridurre almeno del 55% le emissioni di gas serra entro il 2030 e raggiungere l'obiettivo di neutralità climatica prefissato entro il 2050. La proposta ReFuelEU nell'ambito di Fit for 55 incoraggia la produzione e l'utilizzo di SAF, mentre si prevede che nel 2025 l'Unione Europea arriverà a chiedere a ogni compagnia aerea in partenza dagli aeroporti all'interno della sua area geografica di usare almeno il 2% di SAF, indipendentemente dal Paese di origine della compagnia aerea o dalla destinazione. La soglia minima di SAF aumenterà con cadenza quinquennale per raggiungere il 63% entro il 2050.

**Il presente rapporto esamina le innovazioni presenti in materia di nuovi combustibili e in altre aree specifiche e analizza il contributo che l'industria aeronautica può offrire alla riduzione delle emissioni**

---

# **PRINCIPALI ABBREVIAZIONI**

---

<b>AAM</b>	<i>Advanced air mobility - Mobilità aerea avanzata</i>	<b>LCC</b>	<i>Low-cost carrier - Vettore a basso costo</i>
<b>ASEP</b>	<i>Air-scooping electric propulsion</i>	<b>Mio</b>	<i>Milioni</i>
<b>Mrd</b>	<i>Miliardi</i>	<b>ML</b>	<i>Milioni di litri</i>
<b>CO2</b>	<i>Anidride carbonica</i>	<b>MRO</b>	<i>Maintenance, repair and overhaul - Manutenzione, riparazione e revisione</i>
<b>DEP</b>	<i>Distributed electric propulsion - Propulsione elettrica distribuita</i>	<b>OEM</b>	<i>Original Equipment Manufacturer - Produttore di apparecchiature originali</i>
<b>EV</b>	<i>Electric Vehicle - Veicolo elettrico</i>	<b>PPT</b>	<i>Pulsed plasma thruster - Propulsore al plasma pulsato</i>
<b>GHG</b>	<i>Greenhouse gas - Gas serra</i>	<b>SAF</b>	<i>Sustainable aviation fuel - Carburante sostenibile per l'aviazione</i>
<b>H2</b>	<i>Idrogeno</i>	<b>UAM</b>	<i>Urban air mobility - Mobilità aerea urbana</i>
<b>HEFA</b>	<i>Hydroprocessed esters and fatty acid - Esteri e acidi grassi idrotrattati</i>	<b>UK</b>	<i>Regno Unito</i>
<b>kL</b>	<i>Migliaia di litri</i>	<b>USA</b>	<i>Stati Uniti</i>
<b>Km</b>	<i>Chilometro</i>	<b>VTOL</b>	<i>Vertical take off and landing - Decollo e atterraggio verticale</i>

## INFORMAZIONI SU INTESA SANPAOLO INNOVATION CENTER:

Intesa Sanpaolo Innovation Center è la società del Gruppo Intesa Sanpaolo dedicata alla frontiera dell'innovazione: esplora e apprende nuovi modelli di business e ricerca e funge da stimolo e motore della nuova economia in Italia. La società investe in progetti di ricerca applicata e startup ad alto potenziale, per favorire la competitività del Gruppo e dei suoi clienti e accelerare lo sviluppo della circular economy in Italia. Con sede nel grattacielo di Torino progettato da Renzo Piano e un network nazionale e internazionale di hub e laboratori, l'Innovation Center è un abilitatore di relazioni con gli altri stakeholder dell'ecosistema dell'innovazione – come imprese tech, startup, incubatori, centri di ricerca e università – e un promotore di nuove forme d'imprenditorialità nell'accesso ai capitali di rischio. Le attività principali su cui si concentra il lavoro di Intesa Sanpaolo Innovation Center sono la circular economy, lo sviluppo delle startup più promettenti, gli investimenti venture capital della management company Neva SGR e la ricerca applicata.

Per ulteriori informazioni sui prodotti e i servizi di Intesa Sanpaolo Innovation Center, contattare:

[businessdevelopment@intesasanpaoloinnovationcenter.com](mailto:businessdevelopment@intesasanpaoloinnovationcenter.com)

## INFORMAZIONI SU FROST & SULLIVAN:

Negli ultimi 50 anni, Frost & Sullivan è diventata famosa in tutto il mondo per aver guidato gli investitori, gli imprenditori e i governi nell'oceano dei cambiamenti economici, alla scoperta di tecnologie rivoluzionarie, mega tendenze e nuovi modelli di business e per aver sostenuto concretamente le aziende, promuovendo costanti opportunità di crescita e di successo.

Per ulteriori informazioni sulla copertura e i servizi Frost & Sullivan, contattare

### LIVIO VANINETTI

DIRETTORE DI FROST & SULLIVAN ITALIA

[livio.vaninetti@frost.com](mailto:livio.vaninetti@frost.com)

Pubblicato: giugno 2023



Questo lavoro è stato sostenuto nell'ambito del Piano Nazionale di Rilancio e Resilienza (PNRR), Missione 4 Componente 2 Investimento 1.4 - Bando n. 3138 del 16 dicembre 2021 del Ministero dell'Università e della Ricerca, finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU [Award Number: CNMS denominato MOST, Decreto di Concessione n. 1033 del 17 giugno 2022, adottato dal Ministero dell'Università e della Ricerca, CUP: B13D21011870004, Spoke 14 "Idrogeno e nuovi carburanti"].

