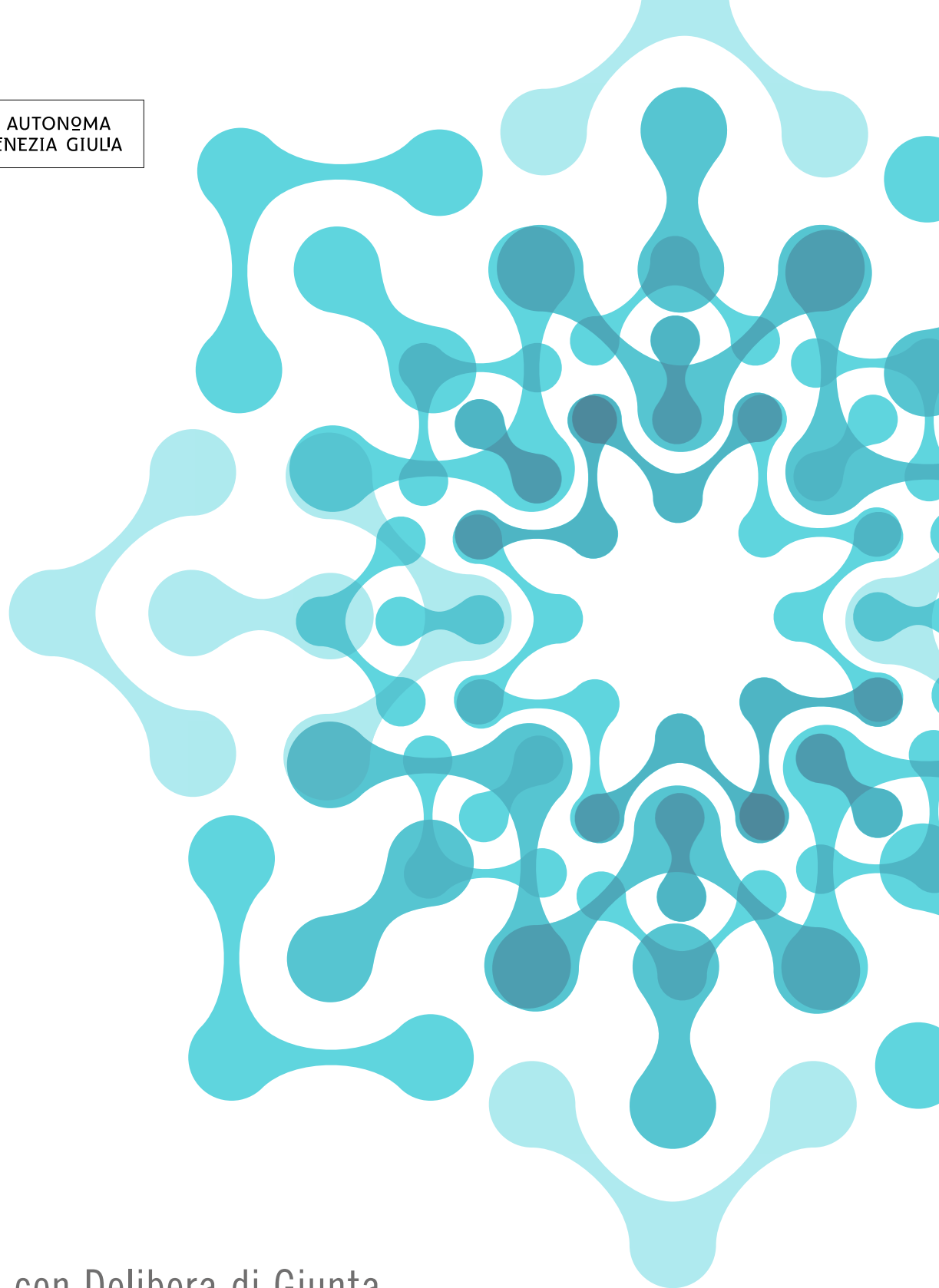




REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA



Approvata con Delibera di Giunta
regionale 1876 del 19 dicembre 2025

STRATEGIA REGIONALE

PER L'IDROGENO



PER PIANO ENERGETICO REGIONALE

Gruppo di lavoro interdirezionale per lo sviluppo della Valle dell'Idrogeno del Nord Adriatico

istituito con Decreto del Direttore generale n. 97/GRFVG di data 15 dicembre 2021 e successivamente modificato e aggiornato

Coordinamento

Unità operativa specialistica Ricerca, Innovazione, Fondo sociale europeo plus e altri fondi comunitari

Direzione centrale lavoro, formazione, istruzione e famiglia

Componenti

Direzione centrale difesa dell'ambiente, energia e sviluppo sostenibile

Direzione centrale infrastrutture e territorio

Direzione centrale attività produttive e turismo

Direzione centrale risorse agroalimentari, forestali e ittiche

Ufficio di Gabinetto

Autorità di Gestione del PR FESR 2021-27

Nucleo di redazione della Strategia regionale per l'idrogeno

Servizio transizione energetica

Direzione centrale difesa dell'ambiente, energia e sviluppo sostenibile

Con il supporto tecnico del

Raggruppamento Temporaneo di Impresa "Bureau Veritas Nexta S.r.l. con TEHA Group S.p.A." contratto (CON-2025-1712) sottoscritto nell'ambito del progetto europeo "NAHV" - WP8 Policy Analysis and Guidelines



Co-funded by
the European Union



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

STRATEGIA REGIONALE PER L'IDROGENO

INDICE

Executive Summary	7
1. IL RUOLO DELL'IDROGENO NEL PROCESSO DI DECARBONIZZAZIONE	11
1.1 Considerazioni economiche sull'idrogeno	11
1.2 Lo sviluppo di filiere industriali <i>green</i>	14
1.3 L'idrogeno nei trasporti	15
1.4 Le importazioni di idrogeno	17
1.5 Il principio di neutralità tecnologica	18
2. IL CONTESTO EUROPEO E NAZIONALE: NORMATIVA E POLITICHE A SOSTEGNO DEL VETTORE IDROGENO	21
2.1 Il quadro normativo e le iniziative strategiche di livello europeo	21
2.1.1 La Strategia dell'Unione europea per l'idrogeno	25
2.1.2 Gli strumenti e le fonti di finanziamento	26
2.2 Il quadro normativo e strategico nazionale	28
2.2.1 Il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima	29
2.2.2 Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza	30
2.2.3 La "Mission Innovation 2.0"	33
2.2.4 La Strategia Nazionale Idrogeno	33
2.2.5 La bozza del decreto incentivi	35
3. L'ANALISI DEL CONTESTO TERRITORIALE: RUOLO E POTENZIALITÀ DELL'IDROGENO NELL'ECONOMIA E NELLA SOCIETÀ DEL FRIULI VENEZIA GIULIA	37
3.1 Il tessuto industriale e le filiere produttive	37
3.1.1 Le opportunità e le potenzialità per lo sviluppo della filiera dell'idrogeno	39
3.2 Il sistema di ricerca e innovazione avanzato e il SiS FVG	41
3.3 Il sistema infrastrutturale dei trasporti e dell'energia	42
3.3.1 Il sistema della portualità regionale	42
3.3.2 Il trasporto pubblico locale	44
3.4 Il quadro energetico regionale	44
4. LE ATTIVITÀ E LE ESPERIENZE IN CORSO: RAFFORZAMENTO DELLE COMPETENZE, INVESTIMENTI E PROGETTUALITÀ	53
4.1 La Regia della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia nel processo di sviluppo dell'ecosistema idrogeno	53
4.1.1 La Lettera di Intenti sottoscritta da Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Repubblica di Slovenia e Repubblica di Croazia	54
4.1.2 Il Gruppo di lavoro interdirezionale "Valle idrogeno Nord-Adriatico" della Regione	54
4.2 La matrice delle opportunità di finanziamento attivate	55
4.2.1 Il Progetto europeo "NAHV"	56
4.2.2 Gli investimenti idrogeno PNRR	57
4.2.3 Il "Progetto bandiera idrogeno" PNRR	58
4.2.4 I Progetti strategici di infrastruttura di ricerca idrogeno	59
4.2.5 I Percorsi formativi: Fondi regionali, PR FSE+ 2021-27 e altri fondi	59
4.2.6 I progetti europei I3 "NACHIP" e "NASCHA"	60
4.2.7 La progettualità europea Interreg	61
4.2.8 Il Protocollo di intesa "#IHUB FVG"	62
4.3 Forme di collaborazione e di cooperazione rafforzata	63
4.3.1 Il <i>Memorandum of Cooperation</i> tra <i>Clean Hydrogen Partnership</i> e le Autorità di Gestione FVG	63
4.3.2 Le Strategie macroregionali EUSAIR ed EUSALP	63

5. LA VISIONE STRATEGICA	65
5.1 Il processo di ascolto dei portatori di interesse regionali	66
5.1.1 La prima consultazione pubblica verso la costruzione della Valle Idrogeno del Nord Adriatico	66
5.1.2 L'indagine qualitativa del progetto PRIN "TAGS"	67
5.1.3 Il questionario mirato per la definizione della Strategia regionale per l'idrogeno	67
5.2 La matrice SWOT	68
5.2.1 I punti di forza	70
5.2.2 I punti di debolezza	71
5.2.3 Le opportunità	72
5.2.4 Le minacce	72
5.3 Il quadro strategico	73
5.3.1 Il macro-obiettivo "Sviluppare l'ecosistema integrato dell'idrogeno nella regione"	74
5.3.2 Gli obiettivi strategici	74
 6. I RISCHI E LA <i>GOVERNANCE</i>	 81
6.1 I fattori di rischio nell'attuazione della Strategia	81
6.1.1 Identificazione dei rischi esterni	81
6.1.2 Identificazione dei rischi interni	82
6.1.3 Gli strumenti di mitigazione	83
6.2 La <i>governance</i> della Strategia regionale per l'idrogeno	84
6.2.1 Le finalità e le funzioni della <i>governance</i>	84
6.2.2 I principi e le caratteristiche del sistema di <i>governance</i>	84
6.2.3 L'architettura del sistema e i ruoli operativi	85
 Glossario	 89

EXECUTIVE SUMMARY

La predisposizione della Strategia regionale per l'idrogeno nasce da un'azione del Piano energetico regionale che la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha approvato a dicembre 2024 quale strumento pianificatorio volto a fornire le corrette linee guida, a partire dall'analisi del quadro energetico del proprio territorio, per uno sviluppo economico e sociale sostenibile in conformità agli obiettivi di decarbonizzazione stabiliti a livello europeo e nazionale italiano. Con particolare riferimento al pilastro dell'indipendenza energetica che mira a garantire la maggiore autonomia possibile dalla fornitura esterna di energia, promuovendo in particolare la produzione da fonti energetiche rinnovabili e riducendo i consumi della regione, il presente documento strategico traduce operativamente la visione dell'Amministrazione regionale di lungo termine che riconosce nel vettore idrogeno un elemento cardine per accelerare il processo di transizione energetica e per garantire la tenuta e la competitività del tessuto manifatturiero ed economico regionale nei prossimi decenni.

In conformità alla disposizione della legge regionale 17 febbraio 2023, n. 4 "FVGreen" che stabilisce l'impegno della Regione a conseguire l'obiettivo di emissioni di gas ad effetto serra nette uguali a zero entro il 2045, la Strategia regionale è il frutto di un percorso promosso dall'Amministrazione regionale dalla fine del 2021 e fortemente condiviso con gli attori della quadrupla elica (ricerca, industria, istituzioni pubbliche e società civile) indirizzato alla costruzione e sviluppo di un ecosistema dell'idrogeno che travalica i confini regionali e si estende su scala transnazionale. Tale visione di lungo termine ha come punto d'avvio la sottoscrizione a marzo del 2022 della Lettera di intenti tra la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e le Repubbliche di Slovenia e Croazia con cui è stato espresso formale interesse delle Parti a rafforzare la reciproca collaborazione verso la costruzione di una Valle idrogeno Nord Adriatico, inteso come ecosistema che abbraccia l'intera filiera dell'idrogeno dalla produzione, alla distribuzione, stoccaggio e utilizzo su scala macroregionale.

L'impianto strategico del documento non discende unicamente dall'analisi del contesto territoriale e dal quadro normativo europeo e nazionale relativo all'idrogeno ma è fondato sulle evidenze emerse da un confronto strutturato con il territorio attraverso l'ascolto dei portatori di interesse regionali e la promozione di indagini e strumenti di rilevazione mirati. Tale approccio ha permesso di ancorare gli obiettivi strategici ai reali fabbisogni del sistema regionale, trasformando le istanze del tessuto produttivo e sociale in indirizzi di *policy* concreti.

Dall'analisi del posizionamento dell'idrogeno nello scenario energetico globale deriva la considerazione che tale vettore non rappresenti una soluzione unica da perseguire quanto, piuttosto, risulti complementare e indispensabile per decarbonizzare in particolare i settori *hard-to-abate* (HTA) (industria pesante) e dei trasporti e per garantire la flessibilità del sistema elettrico a fronte della penetrazione delle fonti rinnovabili intermittenti.

Un caposaldo della visione regionale è il principio di neutralità tecnologica. Sebbene l'idrogeno rinnovabile rappresenti l'obiettivo finale di sostenibilità, i costi attuali e la scarsità di energia rinnovabile richiedono un approccio pragmatico. Sono pertanto valorizzate tutte le soluzioni a basse emissioni, incluso l'idrogeno *low carbon* prodotto da gas naturale con cattura e stoccaggio della CO₂ nonché quello da biomasse, considerati ponti necessari per abilitare la transizione industriale nel medio termine e mantenere la competitività economica delle filiere produttive. L'analisi condotta evidenzia come il differenziale di costo tra idrogeno rinnovabile e fossile rimanga significativo, richiedendo interventi pubblici mirati per colmare tale divario.

La Strategia è saldamente ancorata al quadro normativo sovraordinato. A livello europeo, i riferimenti chiave sono il *Green Deal*, il piano *REPowerEU* e il pacchetto "Pronti per il 55%" (*Fit for 55*), con particolare attenzione alla direttiva RED III che introduce vincoli cogenti, come il 42% dell'idrogeno utilizzato nell'industria di origine rinnovabile, destinati ad impattare direttamente sul tessuto produttivo regionale, creando un obbligo di mercato che la Regione intende trasformare in opportunità. Inoltre, la regolamentazione per la decarbonizzazione dei trasporti impone lo sviluppo di infrastrutture di rifornimento e l'uso di combustibili sostenibili. Per quanto concerne la costituenda rete infrastrutturale idrogeno europea, particolare rilievo assume il Corridoio Meridionale dell'idrogeno (*SouthH2 Corridor*), già selezionato a livello europeo come Progetto di Interesse Comune (PCI), per trasportare idrogeno rinnovabile per oltre 3.300 chilometri dal Nord Africa (Algeria e Tunisi) all'Italia, all'Austria e alla Germania ed il cui terminale settentrionale italiano è Tarvisio.

A livello nazionale, il documento si allinea al Piano Nazionale Integrato Energia e Clima e si inserisce coerentemente nelle misure del Piano nazionale di Ripresa e Resilienza che prevedono specifici investimenti di cui ha beneficiato anche il territorio regionale a favore della produzione e utilizzo di idrogeno, con particolare riguardo alla creazione di

Hydrogen Valleys facendo leva su aree con siti industriali dismessi, alla realizzazione di stazioni di rifornimento, alla ricerca e sviluppo.

Il Friuli Venezia Giulia vanta punti di forza meritevoli per lo sviluppo di un'economia dell'idrogeno.

La Regione è quarta in Italia per incidenza del valore aggiunto manifatturiero (23%), con una forte specializzazione nei settori energivori, quali siderurgia, vetro, carta, chimica, che costituiscono una domanda ideale per avviare il mercato dell'idrogeno.

È classificata a livello europeo come “Strong Innovator” per la sua *performance* di innovazione fondata sulla presenza di un ecosistema formato da ventuno istituzioni attive nel settore della ricerca, sviluppo e innovazione capaci di esprimere competenze scientifiche ed una dotazione infrastrutturale di eccellenza anche a supporto del trasferimento tecnologico.

Il territorio regionale si configura come un *hub* energetico per l'importazione e la distribuzione grazie alla sua peculiare collocazione geopolitica, all'intersezione dell'Europa centrale e sud-orientale, all'essere naturale piattaforma logistica costituita da nodi portuali, di rilevanza economica internazionale e nazionale, e interportuale, alla presenza dell'oleodotto transalpino SIOT (Società Italiana per l'Oleodotto Transalpino) S.p.a. -TAL (Trans-Alpinen Ölleitung) che collega il Porto di Trieste con i Länder tedeschi della Baviera e del Baden-Württemberg.

Le analisi sviluppate fanno emergere anche alcune criticità, come la limitata produzione locale di energia rinnovabile rispetto ai consumi industriali che rende necessario tenere un approccio aperto all'importazione e alla diversificazione delle fonti.

In una fase iniziale di sostegno alla creazione dell'ecosistema idrogeno, l'Amministrazione regionale ha programmato e implementato misure di intervento attraverso l'attivazione di fonti di finanziamento diversificate e complementari a livello regionale, nazionale ed europeo, che hanno prodotto ricadute concrete a beneficio di enti ed imprese del territorio regionale.

Il primo tassello della cornice dei finanziamenti attivati è rappresentato dal progetto europeo “North Adriatic Hydrogen Valley”, cofinanziato dal Programma europeo Horizon Europe e sostenuto da trentasette Partner, in rappresentanza del Friuli Venezia Giulia e dell'Italia, della Slovenia e della Croazia, impegnati a creare un mercato transnazionale dell'idrogeno, integrando l'intera filiera della produzione (target 5.000 tonnellate/anno), stoccaggio, distribuzione e utilizzo. Proprio nell'ambito delle attività progettuali è previsto anche un pacchetto di lavoro “Policies guidelines” che prevede lo sviluppo di politiche da parte dei decisori pubblici dei tre territori per stimolare e favorire l'innovazione nel settore idrogeno, anche attraverso proposte di creazione o modifica del quadro regolatorio, e accelerare la creazione di nuovi mercati e opportunità commerciali. Lo sviluppo e l'attuazione delle rispettive strategie nazionali e regionale idrogeno dei tre territori è compreso nei risultati attesi.

La leva finanziaria attivata è andata via via a produrre effetti considerevoli sul territorio regionale con la messa a regime degli investimenti del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza che hanno condotto al finanziamento del progetto “Hydrogen Hub” di Trieste e delle due stazioni di rifornimento a servizio del trasporto pubblico locale a Porpetto e Monfalcone unitamente all'allocazione di risorse regionali a complemento di quelle statali per la realizzazione del “Progetto bandiera idrogeno”. In parallelo, attraverso il lancio di procedure pubbliche competitive, sono stati impiegati fondi regionali per la selezione di cinque progetti di infrastruttura di ricerca idrogeno e quelli complementari volti a promuovere la formazione e la valorizzazione del capitale umano nel settore dell'idrogeno rinnovabile.

Alla luce delle misure attivate e dell'esperienza progettuale maturata, la Regione definisce con il presente documento un quadro strategico articolato in otto obiettivi e correlativi indirizzi.

- Il primo obiettivo strategico riguarda la promozione della produzione di idrogeno rinnovabile come opzione preferenziale, affiancata da soluzioni a basse emissioni per garantire adeguati volumi di produzione nel rispetto della pianificazione regionale di settore.
- Parallelamente, la Regione mira ad accelerare l'adozione dell'idrogeno nei settori industriali energivori e HTA, principali potenziali utilizzatori, mediante strumenti di supporto agli investimenti e una visione di lungo periodo coerente con le politiche industriali regionali.
- Un terzo indirizzo strategico riguarda lo sviluppo di una filiera interdisciplinare regionale dell'idrogeno, rafforzando ricerca, infrastrutture di ricerca sperimentali, trasferimento tecnologico e collaborazioni tra imprese, enti scientifici e cluster regionali.
- L'avvio della distribuzione dell'idrogeno, attraverso l'adattamento delle reti gas, la sperimentazione di reti locali dedicate e una pianificazione infrastrutturale di lungo termine a servizio dell'industria, della mobilità e della logistica portuale, rappresenta un ulteriore obiettivo della Strategia.

- Un'attenzione specifica è rivolta anche allo sviluppo della *supply chain* dell'idrogeno mediante un confronto strutturato con l'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico orientale e gli operatori logistici, l'analisi delle diverse soluzioni di produzione e logistica dell'idrogeno, e la valutazione degli investimenti necessari per infrastrutture dedicate.
- La Strategia estende la propria azione al settore dei trasporti, con l'obiettivo di supportare lo sviluppo dell'idrogeno nel settore attraverso lo sviluppo della rete di rifornimento, il potenziamento delle infrastrutture logistiche e misure di incentivo per favorire la diffusione dei mezzi a idrogeno.
- Un obiettivo strategico è indirizzato alla crescita delle competenze e all'individuazione dei crescenti fabbisogni formativi, prevedendo la definizione di nuovi percorsi di istruzione e di alta formazione, aggiornamento professionale, modelli di certificazione delle competenze specifici per la filiera idrogeno e l'avvio di collaborazioni tra istituti scolastici, enti di formazione, istituti tecnologici superiori (ITS), università e imprese.
- Infine, si intende rafforzare il posizionamento della Regione a livello nazionale, europeo e internazionale, promuovendo partenariati e scambi di esperienze, sostenendo attivamente le imprese regionali nei processi di standardizzazione e regolazione e promuovendo iniziative di cooperazione transfrontaliera e mediterranea.

L'attuazione della Strategia regionale per l'idrogeno è presidiata da un solido sistema di *governance* multilivello, progettato per mitigare i rischi operativi collegati all'incertezza normativa, alla volatilità dei costi e all'accettabilità sociale.

Il modello incardina nel Gruppo di Lavoro Interdirezionale dell'Amministrazione regionale, formato dalle Direzioni centrali di settore, funzioni di pianificazione, coordinamento e monitoraggio degli interventi sul tema idrogeno oltre che di rappresentanza tecnica esterna.

Accanto ad esso operano i Gruppi di Progetto, interni all'apparato amministrativo regionale, con funzioni maggiormente esecutive e operative e che si interfacciano e collaborano con gli attori dell'ecosistema ed i rappresentanti del settore imprenditoriale, della ricerca e innovazione inclusi i Cluster regionali.

Ciascuna iniziativa è inserita nel Programma Periodico degli Interventi, che definisce scopo, risultati attesi, responsabilità, fasi operative, tempistica, e modalità di verifica e che viene approvato dalla Giunta regionale. L'avanzamento è monitorato attraverso un insieme di indicatori che misurano sia lo svolgimento delle attività interne sia l'evoluzione delle condizioni esterne rilevanti.

Nel suo complesso, il processo configura un modello circolare virtuoso e continuo, in cui programmazione, coordinamento, attuazione e monitoraggio si alimentano reciprocamente.

1. IL RUOLO DELL'IDROGENO NEL PROCESSO DI DECARBONIZZAZIONE

L'attenzione che decisori politici, comunità scientifica e rappresentanti industriali a livello globale riservano all'idrogeno deriva dalle sue peculiari caratteristiche che rendono tale vettore un elemento chiave per la transizione energetica. Pur richiedendo una fonte primaria per la sua produzione, l'idrogeno consente di aumentare la diffusione delle fonti rinnovabili o a basse emissioni, favorendo al tempo stesso la decarbonizzazione di settori difficilmente elettrificabili, come l'industria pesante e i trasporti, e contribuendo alla flessibilità del sistema elettrico. Inoltre, l'idrogeno rappresenta una materia prima strategica per numerosi processi industriali, oggi prevalentemente coperti dall'idrogeno grigio prodotto attraverso la trasformazione del gas metano e utilizzato in particolare nell'industria chimica e nella raffinazione.

Tali consumi possono essere indirizzati verso un processo di graduale decarbonizzazione grazie a diverse opzioni, in linea con un approccio di neutralità tecnologica, in cui le differenti leve di decarbonizzazione, come elettrificazione e bioenergia, sono messe in sinergia con diverse forme di idrogeno. La sua produzione avviene attraverso processi e fonti differenti con profili di sostenibilità, costi e maturità tecnologica e normativa dedicate:

- Idrogeno da elettrolisi di energia elettrica rinnovabile (c.d. idrogeno rinnovabile), prodotto tramite elettrolisi alimentata da energia elettrica rinnovabile. Rappresenta la soluzione ottimale sotto il profilo della sostenibilità ambientale. La sua diffusione su larga scala è tuttavia oggi limitata dai costi elevati e dalla competizione per l'accesso all'energia rinnovabile che rimane una risorsa scarsa. Risulta quindi fondamentale avviare prime esperienze pilota in contesti caratterizzati da surplus di produzione elettrica rinnovabile, in modo da creare competenze e infrastrutture pronte ad accogliere una maggiore diffusione nel lungo termine.
- Idrogeno ottenuto tramite *Steam Methane Reforming* (SMR) del gas naturale con sistemi di cattura e stoccaggio della CO₂ (c.d. idrogeno *low carbon*). Rappresenta una soluzione di più immediata applicazione nei settori industriali che oggi utilizzano idrogeno grigio poiché consente di mantenere una buona competitività di costo e ridurre le barriere di investimento. L'idrogeno *low carbon* può svolgere il ruolo di ponte per la transizione, facilitando l'evoluzione verso una progressiva affermazione dell'idrogeno rinnovabile.
- Idrogeno da biomasse rappresenta un'opzione che sta gradualmente emergendo nel quadro normativo europeo, poiché le biomasse sono riconosciute dalla direttiva (UE) 2023/2413 (RED III) come fonte rinnovabile a condizione che rispettino criteri di sostenibilità e riduzione delle emissioni. La produzione di idrogeno da biomasse residuali e non in competizione con la produzione agro-alimentare può contribuire a diversificare le fonti rinnovabili e *low carbon*, valorizzando le filiere locali e rafforzando la resilienza energetica regionale. Sebbene gli atti delegati della Commissione europea definiscano oggi come "rinnovabile" solo l'idrogeno prodotto da elettrolisi con energia rinnovabile, è in corso un dibattito per ampliare la definizione anche ad altre forme di produzione, comprese quelle da biomasse.

1.1 CONSIDERAZIONI ECONOMICHE SULL'IDROGENO

Il confronto con i combustibili fossili tradizionali evidenzia come, allo stato attuale, il costo dell'idrogeno risulti significativamente più elevato. L'idrogeno a basse emissioni (c.d. *low carbon*) presenta costi almeno tripli rispetto al gas naturale. L'idrogeno rinnovabile, invece, mostra una forte variabilità in funzione della modalità di approvvigionamento energetico: con contratti *Power Purchase Agreement* (PPA) da fonte solare, i costi sono almeno cinque volte superiori a quelli del gas naturale, anche considerando la produzione basata su impianti fotovoltaici in *loco* che consente una riduzione importante in termini di costo.

Negli ultimi anni, diversi fattori hanno inciso sull'evoluzione dei costi, rallentando la traiettoria attesa di riduzione. La volatilità dei prezzi elettrici in Europa, con picchi eccezionali nel 2022, ha avuto un impatto rilevante, in particolare in Paesi come l'Italia, dove il costo dell'energia rimane superiore ai livelli pre-crisi e incide per oltre due terzi sul costo complessivo dell'idrogeno (cd. *Levelized Cost of Hydrogen* - LCOH). A ciò si è aggiunto un incremento dei costi degli elettrolizzatori determinato dall'inflazione e da una diffusione tecnologica più graduale rispetto alle aspettative.

Parallelamente, la progressiva riduzione dei prezzi del gas naturale rispetto ai picchi del 2022 ha reso ancora più competitivo il ricorso ai combustibili fossili, ampliando il divario economico tra idrogeno grigio e idrogeno *low carbon* e rinnovabile.

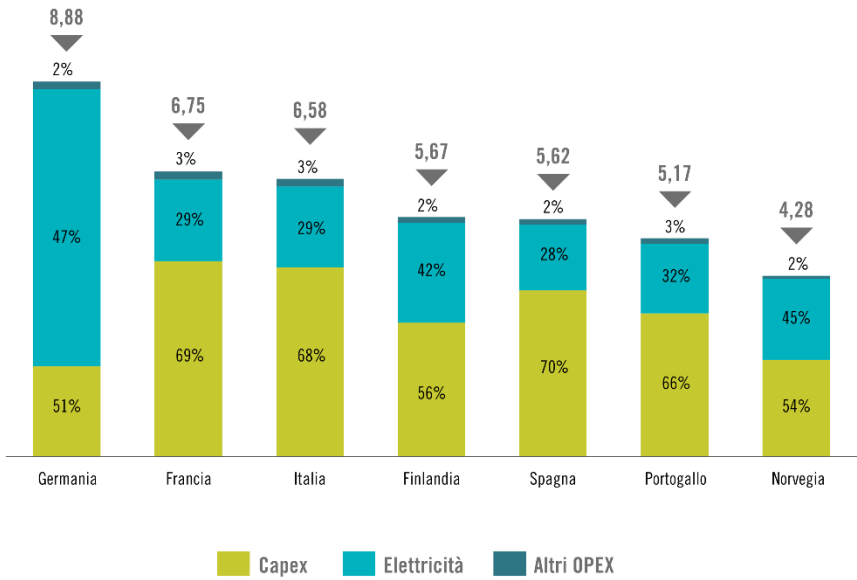


Figura 1.1: Scomposizione Levelised Cost of Hydrogen (LCOH) in Paesi benchmark in Europa (Euro/Kg H2), 2023

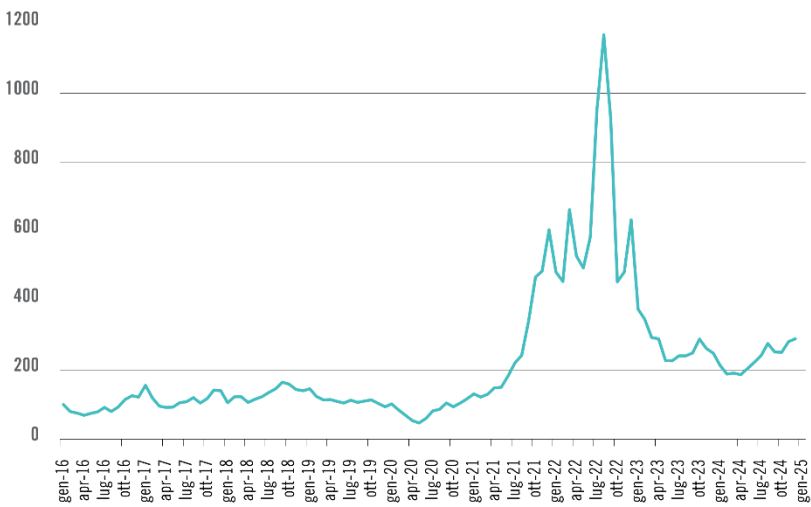


Figura 1.2: Andamento del Prezzo Unico Nazionale (PUN) (indice, gennaio 2016=100). Fonte: elaborazione su dati EHO, 2025.

Lo sviluppo del settore attraversa oggi una fase di consolidamento in virtù della quale progetti con basi solide avanzano, mentre altri incontrano difficoltà di natura finanziaria, regolatoria e infrastrutturale. I recenti annullamenti vanno quindi letti come parte di un processo di selezione naturale che accompagna la maturazione di una nuova industria.

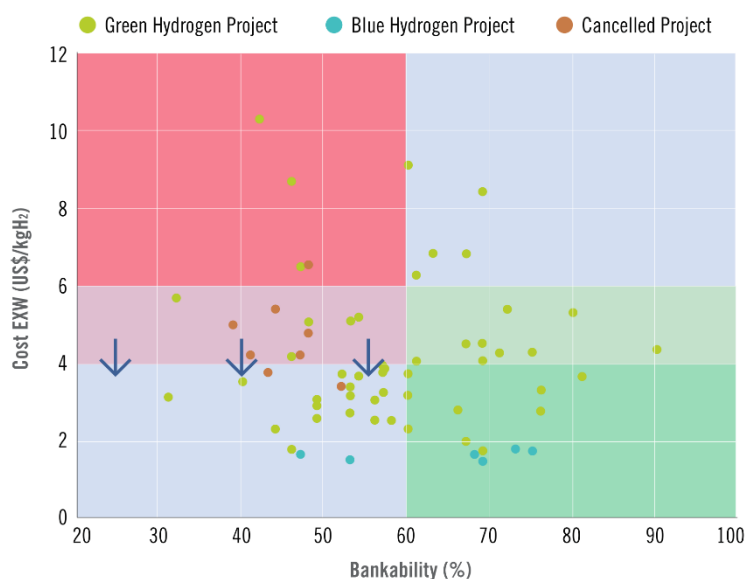


Figura 1.3: Analisi dei progetti di idrogeno. Zona verde: progetti con domanda credibile, quadri normativi favorevoli e costi competitivi, in avanzamento. Zona rossa: progetti con segnali di domanda deboli e costi più elevati, in difficoltà a progredire.

Le prospettive di crescita rimangono significative. Secondo l'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA), la domanda globale di idrogeno a basse emissioni, oggi marginale (inferiore a 1 milione di tonnellate nel 2023), potrebbe superare i 60 milioni di tonnellate entro il 2030 nello scenario a zero emissioni (*Net Zero Emissions* - NZE), trainata soprattutto dall'industria e dai trasporti. Anche nello scenario cd. “*Announced Pledges*”, che riflette gli impegni ufficiali dei governi, l'idrogeno è destinato a fornire un contributo crescente alla riduzione delle emissioni nella misura del 4% nel periodo 2023–2035 e fino al 10% tra il 2035 e il 2050.

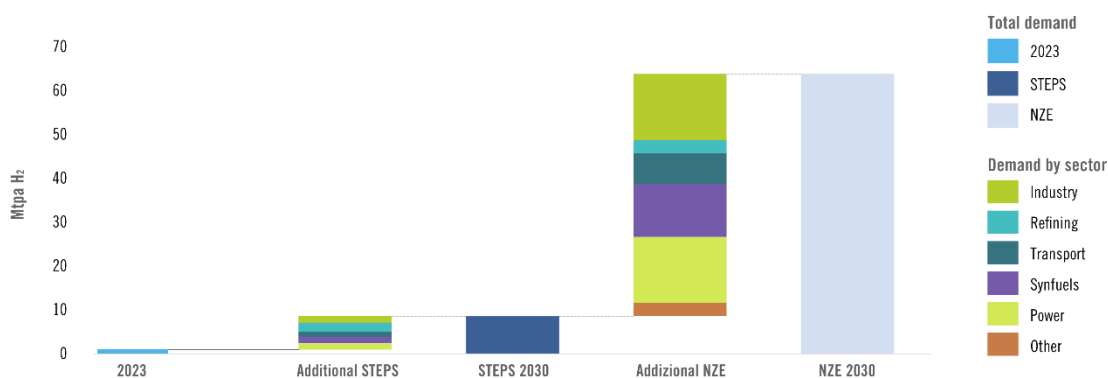


Figura 1.4: Domanda di idrogeno a basse emissioni per settore nel 2023 e negli scenari *Stated Policies and Net Zero Emissions* al 2030 (Mtpa) Fonte: IEA, 2024.

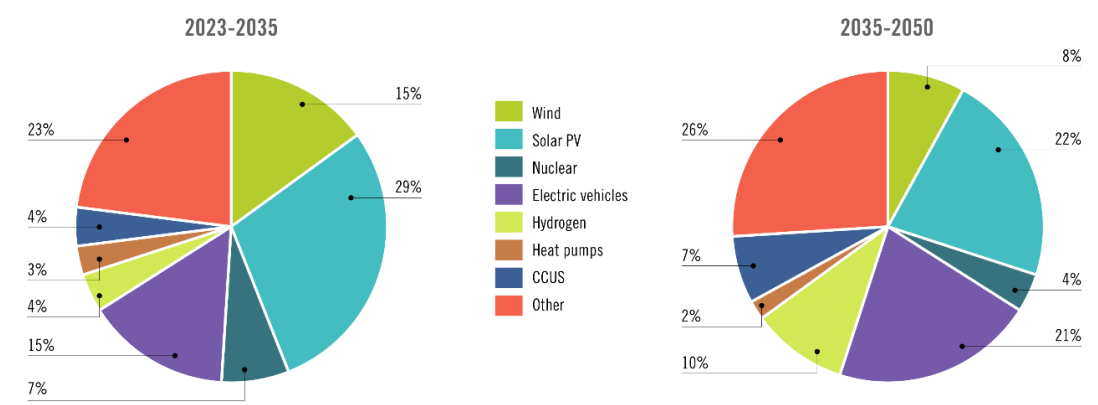


Figura 1.5: Contributo delle tecnologie energetiche pulite alla riduzione delle emissioni di CO₂ da combustione energetica nell'announced pledges scenario (2023-2050). Fonte: IEA, 2024.

In questo percorso assume particolare rilievo la visione politica delle istituzioni, chiamate a sostenere lo sviluppo del settore e a creare le condizioni per un duraturo vantaggio competitivo.

1.2 LO SVILUPPO DI FILIERE INDUSTRIALI GREEN

La diffusione dell'idrogeno deve inserirsi in un contesto di creazione di valore economico particolarmente rilevante per le filiere industriali *hard to abate* (HTA). L'introduzione di questo vettore deve temperare esigenze di sostenibilità e di competitività in mercati che oggi non riconoscono ancora un vantaggio competitivo ai prodotti decarbonizzati. Nonostante le iniziative regolatorie in corso, il quadro normativo europeo sulle produzioni a basse emissioni non è ancora compiutamente definito. Evoluzioni significative potranno derivare dall'implementazione del *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM), che introdurrà un disincentivo all'ingresso di prodotti industriali non sostenibili nell'Unione europea.

Figura 1.6: Stato della normativa europea sulle produzioni decarbonizzate in diversi settori *hard to abate*.



Le imprese, inoltre, sono inserite in mercati internazionali sempre più competitivi. Negli ultimi anni le esportazioni dell'Unione europea hanno registrato una progressiva riduzione delle quote di mercato, in larga parte legata alla perdita di competitività nei settori a più alta intensità energetica. In questo contesto, la capacità di sviluppare filiere produttive *green* e di offrire prodotti sostenibili rappresenta un fattore decisivo per rafforzare la posizione europea e preservare la competitività industriale.

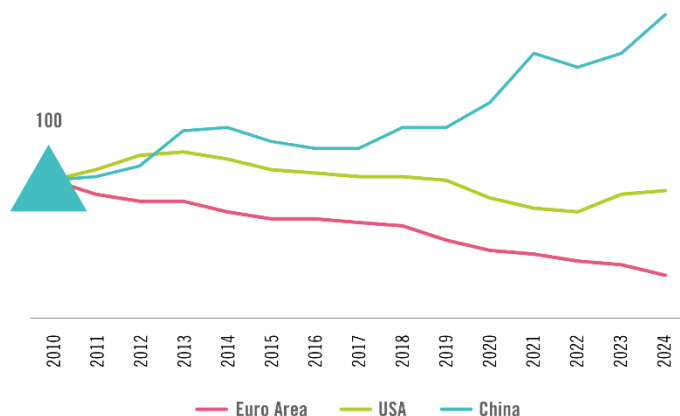


Figura 1.7: Quote di mercato globali delle esportazioni di beni non energetici in volume (indice: 2010 = 100). Fonte: Eurostat, 2025.

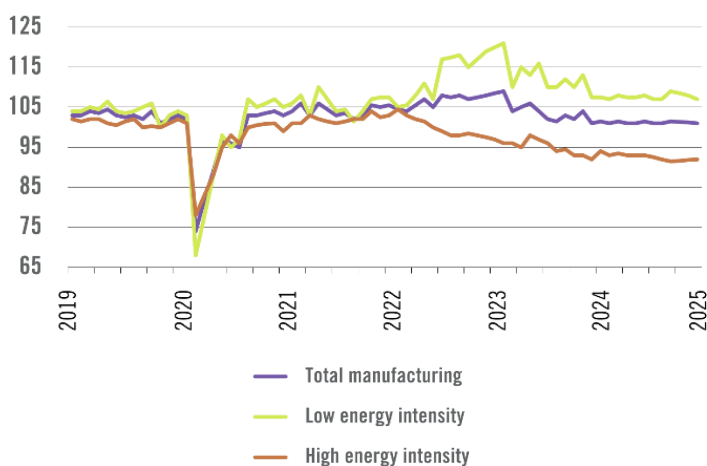


Figura 1.8: Produzione industriale: settore manifatturiero (indice: dicembre 2019 = 100). Fonte: Eurostat, 2025.

I progressi concreti, tuttavia, restano ancora limitati. Al terzo trimestre del 2025, dei 115 progetti di decarbonizzazione avviati nell'Unione europea nei comparti del cemento, della chimica e dell'acciaio, soltanto 10 hanno raggiunto la decisione finale di investimento. Questo dato riflette la fragilità dei modelli economici e le incertezze ancora presenti. All'interno di questo scenario, l'idrogeno si configura come un vettore energetico strategico, in grado di contribuire sia alla riduzione delle emissioni sia al rafforzamento della competitività industriale. La direttiva europea sull'energia rinnovabile (cd. RED III)¹ fissa target vincolanti per l'aumento della quota di idrogeno rinnovabile e *low carbon* a sostituzione dell'idrogeno grigio utilizzato nei processi industriali, contribuendo ad accelerare la transizione verso modelli produttivi a basse emissioni.

1.3 L'IDROGENO NEI TRASPORTI

Il settore dei trasporti, nelle sue diverse modalità (via terra, aereo e navale), è responsabile di circa un terzo delle emissioni totali di gas serra dell'UE. Si è affermato come unico comparto in cui le emissioni sono cresciute dal 1990 al 2022 (+20%) con un contributo maggioritario da parte del trasporto su strada.²

Nonostante il miglioramento dell'efficienza energetica complessiva dei mezzi, la situazione è destinata a peggiorare se non si favorirà la diffusione di tecnologie decarbonizzate in grado di incontrare le esigenze di mercato.

¹ Direttiva (UE) 2023/2413 del Parlamento europeo e del Consiglio del 18 ottobre 2023 che modifica la direttiva (UE) 2018/2001, il regolamento (UE) 2018/1999 e la direttiva n. 98/70/CE per quanto riguarda la promozione dell'energia da fonti rinnovabili e che abroga la direttiva (UE) 2015/652 del Consiglio.

² Fonte: EUROSTAT

HOME	INDICE	PRECEDENTE	SUCCESSIVO	TROVA	STAMPA
----------------------	------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------	------------------------

L'urgenza è ulteriormente sollecitata dall'incremento dei costi derivanti dall'inclusione del settore dei trasporti nel sistema europeo di scambio di quote di emissione di gas ad effetto serra (*Emissions Trading System- ETS*)³. Nel dettaglio, l'aviazione e il trasporto marittimo rientrano nel sistema ETS, mentre il trasporto stradale fa parte dell'ETS II, un sistema parallelo che comprende anche l'edilizia e i settori minori finora esenti.

Dal 2024, l'ETS copre il trasporto marittimo a partire dalle navi di grandi dimensioni, di stazza lorda oltre a 5.000 tonnellate, mentre la decisione per l'inclusione di navi di dimensioni minori è rimandata al 2027.

Dal 1° gennaio 2025, il trasporto stradale pubblico e privato sono inclusi nel sistema ETS II. Inizialmente, i soggetti regolamentati devono solo monitorare le emissioni e comunicarle all'Autorità Nazionale. A partire dal 2027 verrà attivata la fase di mercato con la messa all'asta delle quote di emissione. Inoltre, in una prima fase, saranno i fornitori di carburanti, e non i proprietari di veicoli o immobili, ad acquistare e gestire le quote.

Nei trasporti leggeri (auto e van), la traiettoria è oggi dominata dall'elettrico a batteria (*Battery Electric Vehicle* – BEV), mentre i veicoli a idrogeno (*Fuel Cell Electric Vehicle* – FCEV) restano marginali. Sono solo due i modelli di auto disponibili in UE (Toyota, Hyundai), con numeri molto ridotti in Italia (58 auto a idrogeno nel 2024, contro oltre 1.800 in Germania).

Nei trasporti pesanti su strada l'idrogeno rappresenta una soluzione strategica in quanto offre tempi di rifornimento rapidi, autonomia elevata e capacità di carico comparabile ai carburanti convenzionali. Secondo le stime, al 2030 il costo totale di proprietà di un camion a idrogeno in Germania potrà avvicinarsi a quello dei BEV, grazie all'ottimizzazione dei costi di carburante, manutenzione e infrastruttura.

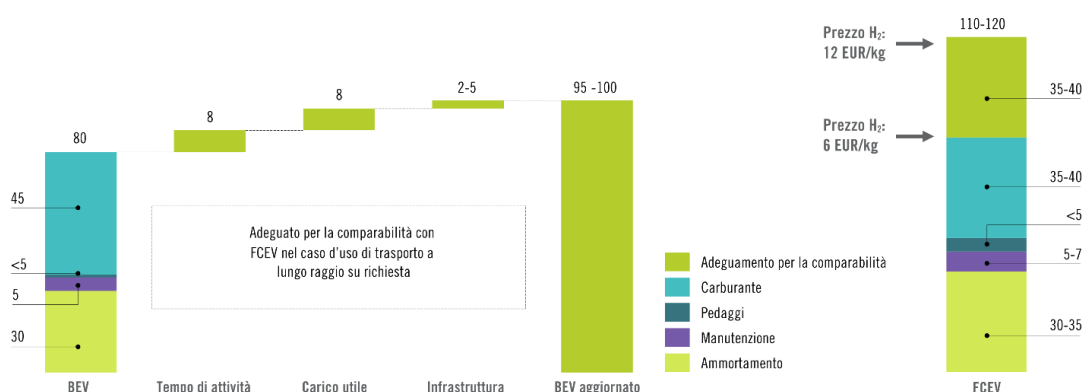


Figura 1.9: Proiezione del costo totale di possesso nel 2030 per un autocarro pesante a lunga percorrenza in Germania in uno scenario flessibile di utilizzo on-demand (centesimi di euro per km).

Per quanto riguarda il trasporto pubblico locale, la progressiva sostituzione della flotta ha già visto un'ampia diffusione di soluzioni elettriche, soprattutto nei contesti urbani. Per le tratte extraurbane, caratterizzate da lunghe percorrenze maggiori, l'idrogeno può invece rappresentare una tecnologia più adatta, in grado di garantire autonomia e tempi di rifornimento compatibili con il servizio. In Italia, la sperimentazione di autobus a idrogeno è già avviata in diversi contesti urbani e metropolitani, sostenuta da programmi nazionali e regionali, oltre che da investimenti dedicati del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Anche il settore ferroviario si sta aprendo all'impiego dell'idrogeno come alternativa ai convogli diesel sulle linee non elettrificate. Le tecnologie a celle a combustibile, già adottate in Germania e in fase di introduzione in altri Paesi europei, si stanno affermando come soluzioni mature e affidabili. In questo scenario, i treni a idrogeno possono

³ Il Sistema europeo ETS è il principale strumento adottato dall'Unione europea per raggiungere gli obiettivi di riduzione della CO₂ nei principali settori industriali e nel comparto dell'aviazione. Il sistema è stato introdotto e disciplinato nella legislazione europea dalla Direttiva 2003/87/CE (Direttiva ETS). Il meccanismo è di tipo "cap&trade" ovvero fissa un tetto massimo complessivo alle emissioni consentite sul territorio europeo nei settori interessati (cap) cui corrisponde un equivalente numero "quote" che possono essere acquistate/vendute su un apposito mercato. Ogni operatore industriale/aereo attivo nei settori coperti dallo schema deve "compensare" su base annuale le proprie emissioni effettive (verificate da un soggetto terzo indipendente) con un corrispondente quantitativo di quote.

rappresentare un'opzione sostenibile laddove l'elettificazione delle linee non risulti economicamente conveniente o presenti complessità infrastrutturali tali da richiedere interventi ingenti sulle opere civili.

Nel trasporto aereo e marittimo, i biocombustibili avanzati⁴ e i carburanti rinnovabili di origine non biologica (*Renewable Fuels of Non-Biological Origin* - RFNBO), che includono l'idrogeno e i carburanti sintetici derivati, svolgeranno un ruolo chiave per la decarbonizzazione, in linea con i regolamenti europei "ReFuelEU Aviation"⁵ e "FuelEU Maritime"⁶. Tuttavia, la diffusione su larga scala dipenderà dalla disponibilità di infrastrutture e dalla riduzione dei costi di produzione dei carburanti sostenibili.

Diverse compagnie aeree attive in Italia e alcuni aeroporti hanno già fissato chiari obiettivi di consumo di carburanti sostenibili per l'aviazione. La collaborazione tra compagnie aeree, aeroporti, compagnie petrolifere, istituzioni accademiche e altri portatori di interesse sarà cruciale per accelerare la produzione e la distribuzione di questi carburanti.

Infine, lo sviluppo delle infrastrutture di rifornimento sarà essenziale per supportare la penetrazione dell'idrogeno nei trasporti. L'Italia è interessata da un progressivo potenziamento della rete di stazioni di rifornimento stradali e ferroviarie, che rappresentano un elemento strategico per la mobilità a idrogeno anche grazie agli investimenti dedicati PNRR.

1.4 LE IMPORTAZIONI DI IDROGENO

L'Unione europea ha individuato nell'importazione di idrogeno un pilastro complementare della propria strategia di decarbonizzazione. Con il piano *REPowerEU*, l'obiettivo fissato per il 2030 è duplice, rispettivamente produrre dieci milioni di tonnellate di idrogeno rinnovabile all'interno dei confini europei e importarne altrettante, per soddisfare la domanda interna in rapida espansione.

Le opzioni di importazione possono assumere forme diverse: idrogeno rinnovabile prodotto tramite elettrolisi da fonti rinnovabili, idrogeno *low carbon* o *Renewable Fuels of Non-Biological Origin* (RFNBOs). Tra questi, l'ammoniaca verde risulta particolarmente promettente per la logistica di trasporto internazionale, grazie alla maggiore facilità di stoccaggio e movimentazione rispetto all'idrogeno gassoso in forma pura.

Il percorso, tuttavia, non è privo di ostacoli. Alcuni dei principali progetti globali stanno affrontando difficoltà significative. In Asia-Pacifico, il progetto di collegamento Australia-Giappone avviato da Kawasaki è stato sospeso a causa di problematiche regolatorie e logistiche. Negli Stati Uniti, alcuni Hydrogen Hubs sostenuti nell'ambito dell'*Inflation Reduction Act* hanno registrato ritardi e incertezze, anche in relazione alla complessità dei criteri fiscali associati ai crediti 45V⁷. In Canada, alcuni progetti di esportazione di ammoniaca verde hanno segnalato criticità di finanziamento e, in alcuni casi, contestazioni a livello locale che ne hanno rallentato l'avanzamento.

Il Nord Africa e il Medio Oriente rappresentano uno snodo strategico per la cooperazione energetica con l'Europa e lo sviluppo di corridoi di esportazione efficienti e integrati. L'elevata disponibilità di risorse solari ed eoliche conferisce all'area un vantaggio competitivo per la produzione di idrogeno rinnovabile e dei suoi derivati. A ciò si aggiunge la prossimità geografica ai mercati europei e la presenza di infrastrutture energetiche esistenti, in parte riconvertibili per il trasporto di idrogeno o ammoniaca.

I Paesi come Algeria, Marocco, Egitto e Tunisia hanno avviato strategie nazionali e stipulato accordi con partner europei per promuovere la produzione e l'esportazione di idrogeno rinnovabile, in molti casi ancora nella fase di studio o di progetto pilota. L'attenzione verso l'area si inserisce nel più ampio quadro di cooperazione euro-mediterranea, promosso sia a livello dell'Unione europea sia nell'ambito delle strategie nazionali di alcuni Stati membri, tra cui l'Italia che con il Piano Mattei ha indicato la regione del Nord Africa come asse prioritario per lo sviluppo di partenariati energetici. Si è altresì assistito ad un attivismo dei Paesi del Golfo Persico (*Gulf Cooperation Council* – GCC) nel proporre importanti progetti di produzione ed esportazione via nave integrati con iniziative nei poli portuali specialmente del Mare del Nord.

⁴ I biocombustibili avanzati includono i derivati da materie prime non in competizione con le filiere alimentari.

⁵ Regolamento (UE) 2023/2405 del Parlamento europeo e del Consiglio del 18 ottobre 2023 sulla garanzia di condizioni di parità per un trasporto aereo sostenibile.

⁶ Regolamento (UE) 2023/1805 del Parlamento europeo e del Consiglio del 13 settembre 2023 sull'uso di combustibili rinnovabili e a basse emissioni di carbonio nel trasporto marittimo, e che modifica la direttiva 2009/16/CE.

⁷ La Section 45V, 'Credit for Production of Clean Hydrogen', introduce un credito d'imposta fino a tre dollari a Kg di idrogeno prodotto, se le emissioni di gas serra sono inferiori a 0,45 Kg per ogni Kg di H₂.

La realizzazione di tali iniziative resta tuttavia condizionata da fattori regolatori, infrastrutturali e finanziari, nonché dalla necessità di assicurare contesti operativi chiari e prevedibili per gli investitori.

Secondo l'ultima *Global Hydrogen Review 2025* dell'Agenzia internazionale per l'energia, la produzione mondiale di idrogeno a basse emissioni entro il 2030 potrebbe raggiungere 37 milioni di tonnellate l'anno, in calo rispetto ai 49 milioni stimati un anno prima, con una riduzione della pipeline di progetti annunciati di quasi il 25%. I fattori soprarichiamati che stanno rallentando l'adozione dell'idrogeno su larga scala incidono anche direttamente sulla capacità dell'Unione europea di realizzare gli obiettivi fissati per il 2030.

1.5 IL PRINCIPIO DI NEUTRALITÀ TECNOLOGICA

Negli ultimi anni l'Unione europea ha iniziato ad abbracciare sempre più chiaramente il principio di neutralità tecnologica come criterio guida della transizione energetica. Il suo fondamento poggia sull'idea che nessuna tecnologia debba essere privilegiata a priori, quanto piuttosto sia il mercato, in funzione delle condizioni economiche, tecnologiche e industriali, a determinare quali soluzioni risultino più efficienti, sostenibili e competitive per rispondere ai fabbisogni specifici dei diversi settori.

Già la Strategia europea per l'idrogeno del 2020 (si veda paragrafo 2.1.1) riconosce la necessità di valutare in modo equilibrato le diverse opzioni di produzione, distinguendo tra idrogeno rinnovabile e *low carbon*, al fine di garantire un percorso realistico e competitivo verso la decarbonizzazione. Tale approccio è stato ribadito nel regolamento europeo sull'industria a zero emissioni nette che sottolinea la necessità di non discriminare tra tecnologie a basse emissioni, bensì di favorire lo sviluppo di un mix diversificato, capace di garantire sicurezza energetica e resilienza industriale. Anche la revisione della direttiva sulle energie rinnovabili (RED III), pur fissando target vincolanti per la quota di rinnovabili nei consumi finali, lascia agli Stati membri la libertà di scegliere il mix di soluzioni più adatto alle proprie condizioni nazionali e regionali, purché siano rispettati gli obiettivi comuni di decarbonizzazione. Infine, i lavori in corso sui criteri di definizione dell'idrogeno *low carbon* e il riconoscimento del ruolo del nucleare e della cattura e stoccaggio della CO₂ (*Carbon Capture and Storage* - CCS) nei documenti strategici della Commissione europea dimostrano un'evoluzione verso una visione sempre più pragmatica e aperta, in cui l'innovazione e la competitività industriale sono stimulate proprio dall'assenza di vincoli tecnologici predefiniti.

In quest'ottica, l'idrogeno deve essere considerato una delle soluzioni disponibili, in alcuni casi indispensabile, ma sempre inserita in un quadro sinergico con le altre leve della decarbonizzazione quali l'efficienza energetica, l'elettrificazione, le bioenergie, la CCS e la rimozione diretta del carbonio (*Carbon Dioxide Removal* - CDR). Tale approccio consente di ampliare le possibilità di generare indotto economico, stimolare la ricerca e l'innovazione e favorire lo sviluppo di iniziative imprenditoriali di successo nel territorio regionale.

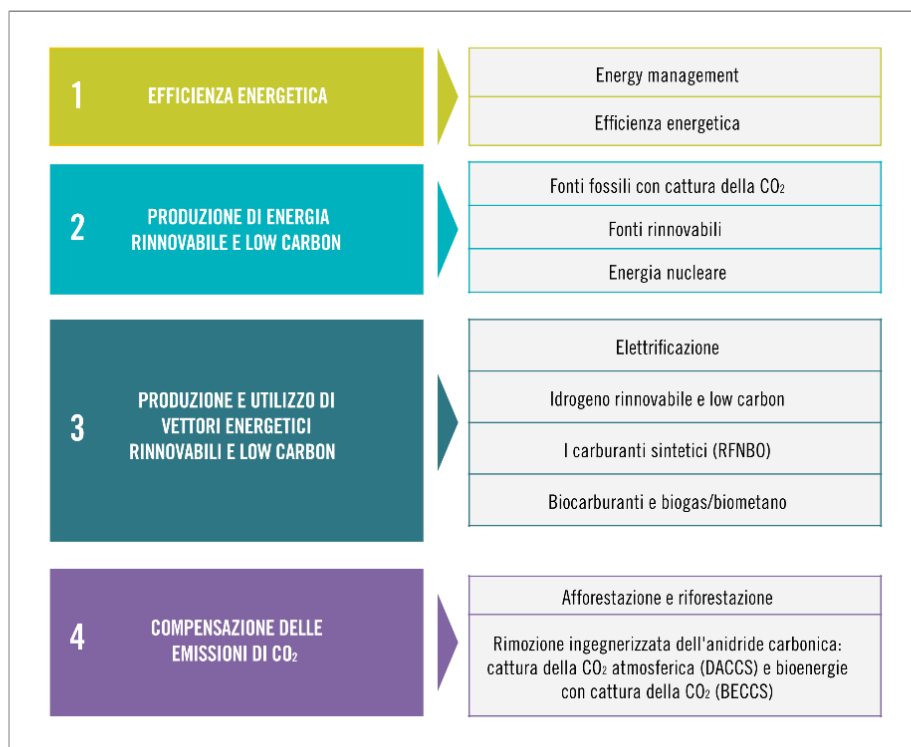


Figura 1.10: Le leve tecnologiche per la decarbonizzazione. Fonte: Zero Carbon Technology Roadmap, TEHA Group, 2022.

Il principio di neutralità tecnologica deve essere applicato sia tra le diverse opzioni decarbonizzate, sia all'interno dello stesso sistema idrogeno a seconda delle diverse vie di produzione, dall'elettrolisi alimentata da fonti rinnovabili, al *reforming* del gas naturale con CCS, fino ai processi basati su biomasse, con differenti livelli di maturità tecnologica, sostenibilità e competitività economica.

In un'ottica di piena neutralità tecnologica, occorre mantenere uno sguardo aperto verso soluzioni che potrebbero affermarsi nel prossimo futuro. Tra queste, merita attenzione l'idrogeno prodotto in sinergia con la generazione elettrica nucleare, sfruttando il calore in eccesso dei reattori per alimentare processi di elettrolisi ad alta efficienza, opzione che potrà rafforzarsi alla luce delle aperture a livello nazionale ed europeo sul ruolo del nucleare nella transizione. Accanto a queste principali opzioni, è importante mantenere un atteggiamento aperto e pragmatico verso tutte le forme di produzione di idrogeno rinnovabile o *low carbon*, favorendo un contesto in cui il mercato possa valutarne le potenzialità tecniche, le traiettorie di costo e le applicazioni settoriali. In linea con i principi della neutralità tecnologica, anche l'azione dell'Amministrazione regionale sarà improntata a garantire strumenti di supporto neutrali per tutte le soluzioni sostenibili e orientati agli obiettivi strategici, senza vincoli che possano limitare l'innovazione o lo sviluppo delle filiere locali.

2. IL CONTESTO EUROPEO E NAZIONALE: NORMATIVA E POLITICHE A SOSTEGNO DEL VETTORE IDROGENO

A livello europeo, l'idrogeno è riconosciuto come vettore energetico strategico per la transizione verso la neutralità climatica, nonché come leva per rafforzare la sicurezza energetica e la competitività industriale dell'Unione.

Lo sviluppo di un'economia dell'idrogeno in Europa, in particolare rinnovabile, è rallentato da alcuni elementi su cui si sono focalizzate le azioni delle istituzioni europee e dei governi nazionali negli ultimi cinque anni: i costi elevati rispetto ai combustibili fossili, l'assenza di infrastrutture e la presenza di un quadro regolatorio e autorizzativo in divenire. A ciò si aggiungono criticità strutturali quali la ridotta competitività dei settori *hard to abate* (HTA) a livello europeo e, sul piano del supporto pubblico, la frammentazione dei meccanismi di sostegno economico (CAPEX e OPEX) e l'assenza di sinergie tra investimenti infrastrutturali, catene di fornitura, domanda e sviluppo tecnologico.

A seguire si dà evidenza del quadro generale di riferimento, della correlata nuova o modificata disciplina normativa e delle iniziative a livello europeo e nazionale a sostegno dell'introduzione e sviluppo della filiera dell'idrogeno.

2.1 IL QUADRO NORMATIVO E LE INIZIATIVE STRATEGICHE DI LIVELLO EUROPEO

Sulla base dell'Osservatorio Europeo Idrogeno (*European Hydrogen Observatory* – EHO)⁸, sono oltre 30 le politiche europee, di natura legislativa e non, che riguardano questo vettore. In particolare, sono state classificate come 1) trasversali (cross-cutting) e relative rispettivamente a (2) produzione, (3) trasporto, stoccaggio e distribuzione, (4) usi finali e (5) strumenti finanziari e iniziative in senso più ampio.

Cross-cutting	
EU <i>Green Deal</i>	Legge EU sul Clima
Strategia EU integrazione sistema energetico	Strategia EU Idrogeno
REPowerEU	Patto per l'industria pulita
Produzione	
Direttiva efficienza energetica	Direttive Energia Rinnovabili
Sistema europeo di scambio di quote di emissione di gas a effetto serra (<i>European Union Emissions Trading System</i> - EU ETS)	Meccanismo di adeguamento del carbonio alle frontiere denominato <i>Carbon Border Adjustment Mechanism</i> (CBAM)
Pacchetto Mercato Idrogeno e gas decarbonizzato	Regolamento EU su industria a zero emissioni nette - <i>Net Zero Industry Act</i>
Regolamento EU su materie prime critiche - <i>Critical Raw Material Act</i>	Strategia EU per energia rinnovabile <i>offshore</i>
Strategia EU materiali avanzati per la <i>leadership</i> industriale	Riforma assetto mercato dell'energia elettrica dell'Unione
Direttiva emissioni industriali	Normativa EU-atti delegati su produzione di carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica (RFNBO) e a basse emissioni di carbonio

⁸ L'impresa comune europea "Clean Hydrogen Partnership", partnership pubblico-privata istituita ai sensi del regolamento (UE) 2021/2085 del Consiglio del 19 novembre 2021 nel quadro del Programma quadro di ricerca e innovazione Horizon Europe, ha promosso una piattaforma aperta che fornisce dati e informazioni aggiornate relative al settore idrogeno a livello europeo - <https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/homepage>.

HOME	INDICE	PRECEDENTE	SUCCESSIVO	TROVA	STAMPA
Trasporto, stoccaggio e distribuzione					
Strategia EU per una mobilità intelligente e sostenibile			Regolamento sulla realizzazione di un’infrastruttura per i combustibili alternativi (AFIR)		
Regolamento EU infrastrutture energetiche transeuropee - reti idrogeno e regolamento delegato PCI			Regolamento EU sulla rete transeuropea dei trasporti		
Regolamento EU sull'uso di combustibili rinnovabili e a basse emissioni di carbonio nel trasporto marittimo – <i>FuelEU Maritime</i>			Regolamento EU sulla garanzia di condizioni di parità per un trasporto aereo sostenibile - <i>ReFuelEU Aviation</i>		
Utilizzo					
Direttiva tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità			Ondata di ristrutturazioni per l’Europa - <i>Renovation wave</i>		
Direttiva efficientamento energetico edifici			Regolamento EU emissioni di CO2 delle autovetture nuove e dei veicoli commerciali leggeri nuovi		
Regolamento EU su emissioni di CO2 dei veicoli pesanti nuovi e integrare gli obblighi			Direttiva promozione di veicoli puliti e a basso consumo energetico nel trasporto su strada		
Strumenti finanziari e iniziative					
Aiuti di Stato			Innovation Fund		
Horizon Europe			Connecting Europe Facility – CEF-E&CEF-T		
Hydrogen Bank			IPCEI		

Tabella 2.1: Riepilogo delle politiche europee che riguardano l'idrogeno.

La visione strategica del *Green Deal* europeo, adottato nel 2019, di rendere l'Europa il primo continente a zero emissioni attraverso un percorso che prevede il conseguimento del target intermedio della riduzione delle emissioni del 55% rispetto ai valori del 1990 entro il 2030 ed il raggiungimento della neutralità climatica in termini di emissione entro il 2050, aveva già indicato l'idrogeno come un elemento centrale per sviluppare nuovi sistemi energetici rinnovabili.

Su tali premesse si è inserita la Strategia dell'UE per l'idrogeno del 2020⁹ che esamina in modo più specifico le misure necessarie per rendere l'idrogeno rinnovabile e *low carbon* un prodotto fondamentale nel sistema energetico europeo. Successivamente, nel 2021 la Commissione ha presentato il Pacchetto "Pronti per il 55%" (*Fit for 55*)¹⁰ che contiene una serie di proposte, anche di natura legislativa, per conseguire l'obiettivo della riduzione del 55% delle emissioni CO2 entro il 2030 e accompagnare l'Unione europea verso la neutralità climatica. In particolare, il consumo di energia da fonti energetiche rinnovabili (FER) al 2030 viene portato al 40% rispetto all'originario 32% previsto a livello unionale dalla direttiva RED II. Tra le misure proposte sul clima ed energia sono arrivate ad approvazione nel 2023 e nel 2024 anche quelle che contengono specifiche disposizioni sull'idrogeno tra cui:

- Regolamento (UE) 2023/1804 del Parlamento europeo e del Consiglio del 13 settembre 2023 sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi, e che abroga la direttiva 2014/94/UE e che prevede la disponibilità di stazioni di rifornimento di idrogeno accessibili al pubblico, in particolare nei nodi urbani e lungo le principali reti di trasporto TEN-T;
- Regolamento (UE) 2023/1805 del Parlamento europeo e del Consiglio, cd. "FuelEU Maritime", del 13 settembre 2023 sull'uso di combustibili rinnovabili e a basse emissioni di carbonio nel trasporto marittimo, e che modifica la direttiva 2009/16/CE. Sono stati introdotti requisiti di riduzione dell'intensità dei gas serra per l'energia utilizzata a bordo dalle navi ad almeno il 2% nel 2025, all'80% nel 2050 rispetto ai livelli 2020, promuovendo il passaggio a combustibili sostenibili. Tuttavia, non sono stati indicati vincoli di consumo per specifici carburanti;
- Regolamento delegato (UE) 2023/1184 della Commissione, del 10 febbraio 2023, che integra la direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio definendo una metodologia dell'Unione che stabilisce norme dettagliate per la produzione di carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto.

⁹ Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Consiglio europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle Regioni COM (2022) 301 final di data 08.07.2020.

¹⁰ Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Consiglio europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle Regioni COM (2021) 550 final di data 14.07.2021.

Tale regolamento definisce quando l'idrogeno, i combustibili a base di idrogeno o altri vettori energetici possono essere considerati "combustibili rinnovabili di origine non biologica" (cd. *Renewable fuels of non-biological origin* - RFNBO) per il trasporto: tali carburanti devono essere prodotti nei momenti e nei luoghi in cui è disponibile energia elettrica da fonti rinnovabili, sviluppando il concetto di "addizionalità" per cui la produzione è aggiuntiva rispetto alla produzione di energia rinnovabile già esistente e non sostitutiva;

- Regolamento delegato (UE) 2023/1185 della Commissione, del 10 febbraio 2023, che integra la direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio definendo la soglia minima di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra dei carburanti derivanti da carbonio riciclato e precisando la metodologia di valutazione delle riduzioni di emissioni di gas a effetto serra da carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto e da carburanti derivanti da carbonio riciclato;
- Regolamento (UE) 2023/2405 del Parlamento europeo e del Consiglio, cd. "ReFuelEU Aviation", del 18 ottobre 2023, sulla garanzia di condizioni di parità per un trasporto aereo sostenibile. Si stabilisce che i fornitori di carburante per l'aviazione dovranno garantire che tutto il carburante messo a disposizione degli operatori aerei negli aeroporti dell'Unione contenga una quota minima di carburanti sostenibili (*Sustainable Aviation Fuel* - SAF) per l'aviazione a partire dal 2025 e una quota minima di carburanti sintetici a partire dal 2030, con un aumento progressivo di tali quote fino al 2050. I fornitori di carburante, nel dettaglio, dovranno incorporare il 2% di carburanti sostenibili (biocombustibili avanzati, carburanti rinnovabili di origine non biologica per l'aviazione e carburanti per l'aviazione derivanti da carbonio riciclato) per l'aviazione nel 2025, il 6% nel 2030 e il 70% nel 2050. Il regolamento prevede sotto-obiettivi per i carburanti sintetici che dovranno passare dall'1,2% nel 2030 al 35% nel 2050. Inoltre, la normativa europea richiede che i rifornimenti di SAF avvengano ad ogni scalo aeroportuale, favorendo lo sviluppo di *hub* regionali dedicati alla produzione e distribuzione di questi carburanti.

ANNO	TARGET VINCOLI DI UTILIZZO DI SAF NELL'AVIAZIONE	SOTTO-OBIETTIVO PER CARBURANTI SINTETICI
2025	2%	-
2030	6%	1,2%
2035	20%	5%
2040	34%	10%
2045	42%	25%
2050	70%	35%

Tabella 2.2: Target vincoli di utilizzo di sustainable aviation fuels SAF nel settore dell'aviazione (% sui carburanti al 2022).

- Direttiva (UE) 2023/2413 del Parlamento europeo e del Consiglio, cd. RED III, del 18 ottobre 2023, che modifica la direttiva (UE) 2018/2001, il regolamento (UE) 2018/1999 e la direttiva n. 98/70/CE per quanto riguarda la promozione dell'energia da fonti rinnovabili e che abroga la Direttiva (UE) 2015/652 del Consiglio e che prevede di garantire entro il 2030 una quota rinnovabile pari almeno al 42,5% (contro l'attuale 32%) nel consumo finale di energia, con l'obiettivo di raggiungere il 45%. La direttiva introduce un obiettivo vincolante che incide direttamente sul comparto industriale: entro il 2030 il 42% dell'idrogeno utilizzato nell'industria dovrà essere rinnovabile, con una possibile riduzione al 22% qualora al massimo il 23% provenga da fonti fossili. Per accelerare la decarbonizzazione dei trasporti, la Direttiva RED III ha fissato un target al 2030 del 29% di consumi energetici da rinnovabili nel settore. Questo target include un sotto-obiettivo del 5,5% riservato ai biocarburanti avanzati e ai carburanti rinnovabili di origine non biologica (RFNBO), con la specifica che almeno l'1% di tale quota dovrà provenire da RFNBO.

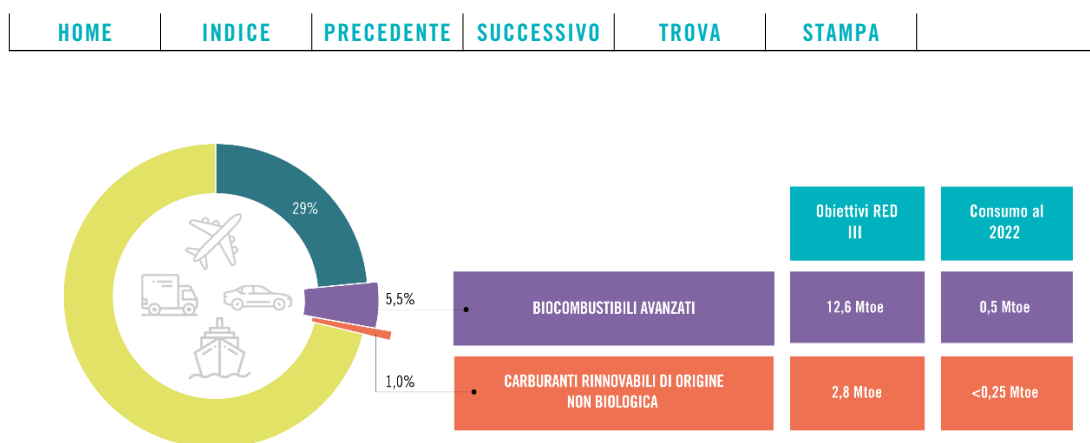


Figura 2.1: Target di energia rinnovabile nei trasporti. Fonte: elaborazioni su dati RED III e Eurostat, 2025.

- Il cd. pacchetto “Mercato idrogeno e gas”, costituito dai due atti legislativi adottati a maggio 2024, rispettivamente la Direttiva (UE) 2024/1788 ed il Regolamento (UE) 2024/1789, aggiorna le regole sul mercato del gas naturale e introduce un nuovo quadro regolamentare per le infrastrutture dedicate all'idrogeno. Le nuove norme richiedono una pianificazione di rete integrata e trasparente in tutta l'UE e prevedono che i gestori delle reti del gas e dell'idrogeno elaborino un piano decennale di sviluppo della rete dell'UE. In particolare, ai sensi dell'art. 57 del Regolamento, i gestori delle reti di trasporto dell'idrogeno cooperano a livello di Unione mediante l'*European Network of Network Operators for Hydrogen* (ENNOH) allo scopo di promuovere lo sviluppo e il corretto funzionamento del mercato interno dell'idrogeno così come gli scambi transfrontalieri e di garantire una gestione ottimale, un esercizio coordinato e un'evoluzione tecnica soddisfacente della rete europea di trasporto dell'idrogeno. A seguito dell'adozione della Commissione europea ad aprile 2025 di propria opinione sugli atti costitutivi della Rete europea dei gestori delle reti di trasporto dell'idrogeno; tali atti sono stati approvati e pubblicati a luglio 2025.
- Regolamento (UE) 2024/1735 del Parlamento europeo e del Consiglio del 13 giugno 2024 che istituisce un quadro di misure per rafforzare l'ecosistema europeo di produzione delle tecnologie a zero emissioni nette e che modifica il regolamento (UE) 2018/1724, nel cui ambito di applicazione rientrano anche le tecnologie dell'idrogeno, compresi elettrolizzatori e celle a combustibile.

Nell'ambito dello stesso pacchetto “Pronti per il 55%”, ulteriori misure hanno riguardato il settore dei trasporti terrestri, definendo nuovi standard di emissione per autovetture, veicoli commerciali leggeri e veicoli pesanti. Per le autovetture e i veicoli commerciali leggeri, il Regolamento (UE) 2019/631, come modificato dal regolamento (UE) 2023/851 prevede l'obiettivo di eliminare completamente le vendite di veicoli a combustione interna (ICE) entro il 2035. Nel marzo 2023, le auto alimentate con carburanti sintetici *carbon neutral* sono state esentate dal divieto. Per quanto riguarda gli autocarri e gli autobus nuovi, il regolamento (UE) 2024/1610, che modifica il regolamento (UE) 2019/1242, ha fissato obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ dei veicoli pesanti rispettivamente del 45% entro il 2030, 65% entro il 2035 e 90% entro il 2040 rispetto ai livelli del 2019, mentre i nuovi bus urbani dovranno essere a zero emissioni a partire dal 2030. In questo scenario, il regolamento (UE) 2024/1610 menziona espressamente solo veicoli elettrici e alimentati a idrogeno per la decarbonizzazione dei veicoli pesanti, confermando il ruolo strategico dell'idrogeno nella decarbonizzazione del trasporto pesante su strada.

Accanto a tali misure, la Commissione europea ha presentato l'11 luglio 2023 una proposta legislativa di revisione della direttiva 96/53/CE del Consiglio relativa ai pesi e dimensioni dei veicoli stradali pesanti. La proposta prevede nuovi incentivi per l'utilizzo di autocarri a basse emissioni, consentendo un peso aggiuntivo per i veicoli che utilizzano tecnologie a emissioni zero, in quanto tendono ad aumentare il peso di un veicolo.

Prendendo le mosse dal Pacchetto “Pronti al 55%”, il Piano *REPowerEU*¹¹ di maggio 2022 mira a ridurre rapidamente l'eccessiva dipendenza dell'UE dalle importazioni di gas, petrolio e carbone russi, risparmiando energia, diversificando gli approvvigionamenti e accelerando la transizione verso l'energia pulita. In questo quadro, il Piano sostiene l'aumento della produzione e della diffusione di biometano sostenibile e di idrogeno rinnovabile o ottenuto senza combustibili fossili e pone quale obiettivo da raggiungere entro il 2030 la produzione interna di 10

¹¹ Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Consiglio europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle Regioni COM (2022) 108 final di data 08.03.2022.

milioni di tonnellate di idrogeno rinnovabile unitamente all'importazione di 10 milioni di tonnellate di idrogeno rinnovabile.

Il più recente Patto per l'industria pulita (*Clean Industrial Deal*¹²) adottato nel febbraio del 2025 propone un elenco di azioni concrete, anche di carattere legislativo, per rafforzare la competitività e la decarbonizzazione dell'industria europea concentrandosi principalmente sui settori e dell'industria ad alta intensità energetica e della tecnologia pulita. Il Patto riconosce all'idrogeno un ruolo significativo nel processo di decarbonizzazione in particolare nei settori difficili da abbattere in cui l'elettrificazione non è ancora un'opzione praticabile. Come anticipato nella tabella di marcia inserita nel documento, la Commissione europea ha completato il quadro normativo per l'idrogeno con la pubblicazione a luglio 2025 dell'atto delegato¹³ che integra la metodologia globale per le emissioni di gas a effetto serra in materia di idrogeno rinnovabile e combustibili rinnovabili di origine non biologica (RFNBO) con quella per l'idrogeno a basso contenuto di carbonio. Per essere considerati a basse emissioni di carbonio, l'idrogeno e i combustibili correlati dovranno raggiungere una soglia di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra del 70% rispetto all'uso di combustibili fossili non soggetti ad abbattimento. L'idrogeno a basse emissioni di carbonio può essere prodotto utilizzando ad esempio il gas naturale con cattura, utilizzo e stoccaggio del carbonio (*Carbon Capture, Utilization and Storage* - CCUS), nonché da fonti di energia elettrica a basse emissioni di carbonio.

A corredo di tali iniziative si aggiunge anche la nuova disciplina in materia di Aiuti di Stato a sostegno del Patto per l'industria Pulita (*Clean Industrial Deal State Aid Framework* - CISAF)¹⁴ adottata dalla Commissione UE a fine giugno 2025 che stabilisce le condizioni alle quali gli Stati membri possono concedere un sostegno per determinati investimenti e obiettivi in linea con le norme dell'UE in materia di aiuti di Stato semplificando la normativa vigente in cinque settori principali:

- la diffusione delle energie rinnovabili e dei combustibili a basse emissioni di carbonio, incluso l'idrogeno;
- la riduzione temporanea dei prezzi dell'energia elettrica per gli utenti ad alta intensità energetica al fine di garantire la transizione verso l'energia elettrica pulita a basso costo;
- la decarbonizzazione degli impianti di produzione esistenti;
- lo sviluppo delle capacità di produzione delle tecnologie pulite nell'UE;
- la riduzione dei rischi per gli investimenti in energia pulita, decarbonizzazione, tecnologie pulite, progetti di infrastrutture energetiche e progetti a sostegno dell'economia circolare.

2.1.1 LA STRATEGIA DELL'UNIONE EUROPEA PER L'IDROGENO

La Strategia dell'UE per l'idrogeno esamina in modo più specifico le misure necessarie per rendere l'idrogeno rinnovabile e *low carbon* un prodotto essenziale nel sistema energetico.

Nella prima fase, dal 2020 al 2024, si è previsto di installare nell'UE almeno 6 GW di elettrolizzatori per l'idrogeno rinnovabile e produrre fino a 1 milione di tonnellate di idrogeno rinnovabile. L'obiettivo è quello di decarbonizzare la produzione esistente, ad esempio nel settore chimico, e promuovere il ricorso all'idrogeno in nuove applicazioni d'uso finale, tra cui altri processi industriali e se possibile i trasporti pesanti. Tuttavia, alla fine del 2023, la produzione di idrogeno rinnovabile in UE si è attestata a sole circa 26.000 tonnellate.

Nella seconda fase, tra il 2025 e il 2030, l'idrogeno dovrebbe diventare una parte imprescindibile del sistema energetico integrato. L'obiettivo strategico è installare almeno 40 GW di elettrolizzatori e produrre fino a 10 milioni di tonnellate di idrogeno rinnovabile nell'UE.

Nella terza fase, a partire del 2030 e con l'orizzonte temporale del 2050, le tecnologie basate sull'idrogeno rinnovabile dovrebbero raggiungere la maturità e trovare applicazione su larga scala per raggiungere tutti i settori difficili da decarbonizzare, nei quali le alternative potrebbero non essere praticabili o avere costi più elevati.

La Commissione europea ha inoltre concluso che è necessaria una rete di infrastrutture su larga scala per la diffusione dell'idrogeno. Tali infrastrutture dovrebbero comprendere gli impianti convertiti da impianti per il gas naturale e integrati da nuovi impianti dedicati all'idrogeno.

¹² Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Consiglio europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle Regioni COM (2025) 85 finale di data 26.02.2025.

¹³ Regolamento delegato (UE) della Commissione di data 8 luglio che specifica una metodologia per valutare la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra grazie ai combustibili a basse emissioni di carbonio.

¹⁴ Comunicazione della Commissione (C/2025/36029) recante Disciplina per le misure di aiuto di Stato a sostegno del patto per l'industria pulita – CISAF.

Sulla base della previsione contenuta nella Strategia secondo cui la politica in materia di reti transeuropee nel settore dell'energia dovrebbe comprendere infrastrutture nuove e riconvertite di trasporto e stoccaggio dell'idrogeno, da includere nel piano decennale di sviluppo della rete a livello dell'Unione al fine di creare una struttura portante per l'idrogeno, il regolamento UE TEN-E¹⁵, adottato nel 2022, pone nuove regole dell'UE per la modernizzazione, decarbonizzazione e interconnessione delle infrastrutture energetiche transfrontaliere, in coerenza con gli obiettivi di neutralità climatica. Sono stati individuati undici Corridoi prioritari nel campo dell'elettricità, delle reti *offshore* e delle infrastrutture dell'idrogeno.

A novembre del 2023, la Commissione europea ha adottato con Regolamento delegato (UE) 2024/1041¹⁶ la sesta lista di Progetti di Comune Interesse europeo (PCI) con l'obiettivo di integrare i mercati europei dell'energia e diversificare le fonti. Sui 166 progetti individuati, 65 sono relativi a idrogeno e elettrolizzatori, tra cui anche il progetto denominato "Corridoio Sud dell'idrogeno Italia-Austria-Germania" -Infrastruttura interna per l'idrogeno in Italia - (Dorsale italiana dell'H2).

Questi progetti beneficeranno di procedure di autorizzazione accelerate e migliori condizioni normative, nonché potranno essere ammessi a fruire di un sostegno finanziario attraverso il meccanismo per collegare l'Europa (Connecting Europe Facility).

2.1.2 GLI STRUMENTI E LE FONTI DI FINANZIAMENTO

La Commissione europea ha stimato che per raggiungere il target di consumo di 20 milioni di tonnellate idrogeno entro il 2030, di cui dieci quale produzione domestica e altri dieci importate, è necessario fare leva e combinare, secondo un approccio sinergico, diverse tipologie di fonti di finanziamento pubbliche e private nella prospettiva di alimentare la crescita in tale settore. I programmi e le iniziative che si pongono tale finalità variano in relazione agli obiettivi specifici, tipologia di beneficiari, meccanismi di finanziamento e livello di maturità tecnologica. A seguire alcuni esempi.

Horizon Europe è il programma quadro europeo di ricerca e innovazione. Il Pilastro II e III del programma sono focalizzati sulla diffusione di applicazioni industriali a basse emissioni e tecnologie dirompenti incluse anche quelle dell'idrogeno. L'impresa comune europea *Clean Hydrogen Partnership*, iniziativa pubblico privata istituita nell'ambito del programma, ha l'obiettivo di sviluppare un'economia dell'idrogeno rinnovabile in Europa sostenendo l'attività di ricerca e innovazione nelle tecnologie idrogeno. Attraverso bandi dedicati sono stati selezionati e cofinanziati ventuno progetti di Valli Idrogeno (quindici di piccola e sei di grande scala), intese come ecosistemi che interessano congiuntamente la produzione, distribuzione e consumo di idrogeno e capaci di attivare investimenti su larga scala che coprono l'intera filiera (si rinvia al paragrafo 4.2.1 relativo al progetto "NAHV" finanziato).

Connecting Europe Facility – Energy (CEF-E) è uno strumento di finanziamento che supporta l'implementazione del regolamento sulle Reti Transeuropee energetiche (TEN-E) che è focalizzato sulle connessioni delle infrastrutture energetiche dei Paesi europei. Può finanziare anche progetti di trasmissione e distribuzione idrogeno transfrontalieri, stoccaggio ed elettrolizzatori di larga scala (>100 MW).

Connecting Europe Facility – Transport (CEF-T) finanzia progetti che potenziano le infrastrutture e rimuovono i colli di bottiglia promuovendo soluzioni sostenibili e innovative di mobilità. Supporta la realizzazione di infrastrutture di stazioni rifornimento idrogeno per tutte le modalità di trasporto (stradale, ferroviario, marittimo e navigazione interna).

Importanti Progetti di Comune Interesse Europeo (IPCEI) rappresentano iniziative ambiziose, dal carattere transfrontaliero e integrato di collaborazione industriale su larga scala che, affrontando fallimenti sistemici o del mercato, contribuiscono agli obiettivi di innovazione radicale e di grande rilevanza tecnologica e produttiva, con uno sforzo condiviso del settore privato e del settore pubblico degli Stati membri. La Commissione europea ha approvato nello specifico una serie di progetti di idrogeno pulito IPCEI:

- **Hy2Tech**, pacchetto di 41 progetti preparato e notificato congiuntamente da quindici Stati membri (anche l'Italia) e particolarmente incentrato sugli utenti finali idrogeno nel settore mobilità.

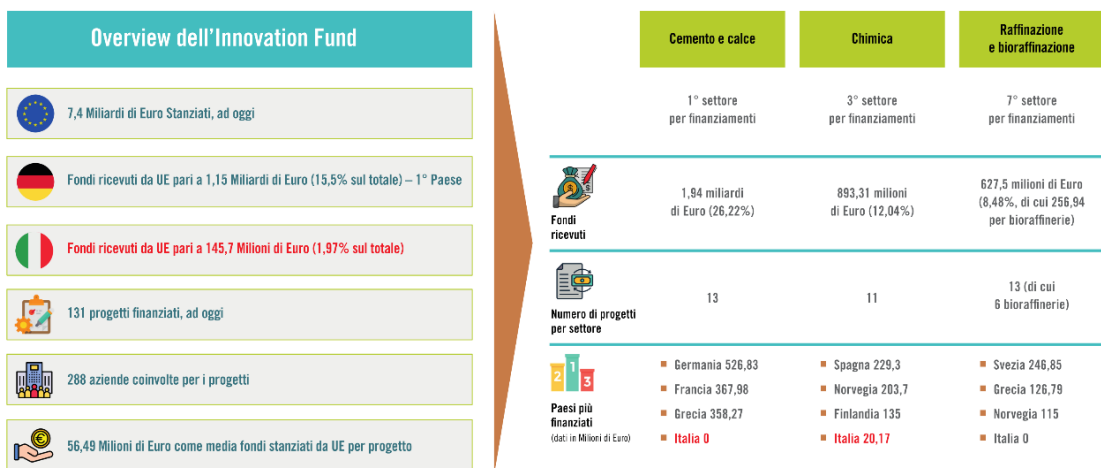
¹⁵ Regolamento (UE) 2022/869 del Parlamento EU e del Consiglio del 30 maggio 2022 sugli orientamenti per le infrastrutture energetiche transeuropee.

¹⁶ Regolamento delegato (UE) 2024/1041 della Commissione, del 28 novembre 2023, che modifica il regolamento (UE) 2022/869 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda l'elenco dell'Unione dei progetti di interesse comune e dei progetti di interesse reciproco.

- **IPCEI Hy2Use** elaborato e notificato congiuntamente da tredici Stati membri, in cui figura l'Italia, interessa infrastrutture e applicazioni nel settore industriale.
- **IPCEI Hy2Infra** è stato concepito e notificato congiuntamente da sette Stati membri compresa l'Italia per sviluppare infrastrutture che vanno oltre quanto attualmente offerto dal mercato.
- **IPCEI Hy2Move** elaborato e notificato congiuntamente da 7 Stati membri compresa l'Italia interessa un ampio segmento della catena del valore della tecnologia dell'idrogeno nel settore dei trasporti e della mobilità.

Innovation Fund è uno dei principali programmi di finanziamento a livello mondiale per la dimostrazione commerciale di tecnologie innovative a basse emissioni di carbonio. Attivato dalla Commissione europea nell'ambito del sistema EU ETS, non è un programma di ricerca bensì ha l'obiettivo di portare sul mercato soluzioni industriali altamente innovative per decarbonizzare l'economia europea.

Per l'Italia, tuttavia, le opportunità offerte da questo strumento non sono ancora state pienamente colte, in particolare nei comparti della raffinazione e della bioraffinazione.



per chilogrammo di idrogeno rinnovabile verificato e certificato. Inoltre, al fine di evitare frammentazione nella prima fase di formazione del mercato idrogeno e ridurre gli oneri amministrativi a carico di ogni singolo Paese, è stato istituito un nuovo meccanismo di "asta come servizio" (*auctions-as-a-service*) con cui gli Stati membri potranno finanziare i progetti che hanno partecipato ad un'asta ma che non hanno beneficiato del Fondo per l'innovazione a causa di una limitata disponibilità finanziaria. Essi potranno così sostenere con risorse proprie altri progetti situati sul loro territorio, senza ricorrere a procedimenti d'asta nazionali.

A seguito della prima asta pilota nel 2024, su 132 progetti ne sono stati selezionati 7 localizzati in Spagna, Portogallo, Finlandia e Norvegia. Le offerte presentate sono comprese tra 0,37 e 0,48 euro per chilogrammo di idrogeno rinnovabile prodotto beneficiando di una sovvenzione che varia da 8 milioni di euro a 245 milioni di euro. Dalla prima asta della Banca Europea Idrogeno emerge come i Paesi vincitori condividono tre elementi chiave per posizionarsi sul mercato: la capacità di creare economie di scala, disporre di energia ad un basso costo e la capacità di sviluppare modelli di business che garantiscano l'uso dell'idrogeno integrandosi in sistemi di consumo già stabiliti. La maggioranza dei progetti è infatti strettamente legata a *off-taker* già consumatori di idrogeno con vincoli sul consumo al 2030 quali produttori di fertilizzanti e raffinerie.

A valere sulla seconda asta pilota 2025 sono stati finanziati 15 progetti di produzione di idrogeno rinnovabile dislocati nei cinque paesi di Spagna, Germania, Olanda, Finlandia, Norvegia per una produzione complessiva di quasi 2,2 milioni di tonnellate di idrogeno rinnovabile nell'arco di dieci anni. L'idrogeno sarà prodotto in settori quali i trasporti, l'industria chimica o la produzione di metanolo e ammoniaca. Dei 15 progetti inizialmente selezionati, 7 hanno deciso di non proseguire con la firma dell'accordo di sovvenzione, principalmente a causa delle difficoltà nel garantire accordi vincolanti di *off-take* e dell'aumento della *completion guarantee*, passata dal 4% all'8% dei finanziamenti ottenuti. Questa dinamica riflette le sfide ancora presenti nello sviluppo del mercato dell'idrogeno rinnovabile, in particolare l'incertezza normativa e il rischio di svantaggio per i *first mover*. Per garantire il pieno utilizzo delle risorse stanziato, la Commissione europea ha quindi invitato ulteriori progetti presenti nella lista di riserva ad avviare le negoziazioni, con un conseguente rialzo del prezzo di aggiudicazione marginale da 0,6 €/kg fino a circa 1,22 €/kg.

Banca europea investimenti (BEI) fornisce prestiti e supporto finanziario per progetti sostenibili, incluse infrastrutture e tecnologie idrogeno.

InvestEU fornisce garanzie al Gruppo BEI e ai Partners attuatori selezionati allo scopo di facilitare l'accesso al finanziamento per progetti più rischiosi, anche con riferimento alla produzione di idrogeno rinnovabile, stoccaggio in loco, e infrastrutture di rifornimento e quelle critiche per la diffusione dell'idrogeno. Gli investimenti riguardano i settori delle infrastrutture sostenibili, delle PMI, della ricerca, innovazione e digitalizzazione, del sociale e competenze.

LIFE è l'unico Programma UE interamente dedicato all'ambiente, clima ed energia. La nuova componente "Clean Energy Transition Sub-Programme" è indirizzata a progetti nella prima fase dimostrativa, alla governance e ai progetti capaci di fungere da catalizzatori per la diffusione su larga scala di soluzioni idrogeno.

Un ruolo cruciale sarà svolto dal prossimo Quadro Finanziario Pluriennale (QFP) 2028–2034. Il 16 luglio 2025 la Commissione europea ha adottato la propria proposta sul futuro bilancio¹⁸ di 1,98 trilioni di euro per il settennio orientando le risorse verso competitività, decarbonizzazione e resilienza. All'interno di questa cornice, sono previsti fondi significativi per l'intera filiera dell'idrogeno a valere sul nuovo Fondo per la competitività, sul Programma quadro per ricerca e innovazione successore di Horizon Europe, sul Meccanismo per Collegare l'Europa per lo sviluppo delle infrastrutture energetiche e di trasporto transfrontaliere e sul Fondo per l'Innovazione.

2.2 IL QUADRO NORMATIVO E STRATEGICO NAZIONALE

Nel disegno che l'Italia intende adottare per la decarbonizzazione dei consumi, l'idrogeno (rinnovabile e *low carbon*) è contemplato nel mix di strumenti a disposizione chiamati ad assicurare la domanda di energia a fronte di fonti variabili ed intermittenti.

È riconosciuto a tale vettore energetico un ruolo significativo nell'accelerazione del processo di transizione e indipendenza dai combustibili fossili per il suo carattere di versatilità in relazione ad alcuni usi finali nonché per la possibilità di essere prodotto da tutte le fonti energetiche primarie.

¹⁸ Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni - COM (2025) 570 final del 16.07.2025.

2.2.1 IL PIANO NAZIONALE INTEGRATO ENERGIA E CLIMA

In ottemperanza al regolamento europeo (UE) 2018/1999 sulla *governance* dell'Unione dell'energia, il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC), quale documento strategico che definisce le politiche e misure dei Paesi per il raggiungimento degli obiettivi energia e clima nel lungo termine al 2030, fornisce una visione strategica per la transizione energetica e l'azione climatica. Il PNIEC Italia, presentato alla Commissione EU nella sua ultima versione a luglio 2024, prevede:

- uno scenario di riferimento, che descrive l'evoluzione del sistema energetico con politiche e misure correnti;
- uno scenario di *policy*, che considera gli effetti sia delle misure ad oggi già programmate che di quelle ancora in via di definizione nel percorso verso gli obiettivi strategici al 2030.

Con specifico riferimento al sostegno assicurato allo sviluppo di energie rinnovabili, viene individuata la quota obiettivo al 2030 del 54% di idrogeno da fonti energetiche rinnovabili (FER) rispetto al totale dell'idrogeno usato nell'industria. Si prevede l'utilizzo dell'idrogeno negli usi finali in particolare nell'industria come da obiettivo comunitario (HTA), nonché nel settore dei trasporti. La produzione di idrogeno sarà promossa sia tramite contributi in conto capitale previsti dal PNRR sia tramite una nuova misura tariffaria che possa rendere equamente remunerativi gli investimenti in un settore che è ancora lontano dalla competitività.

In merito ai trasporti, si stima un consumo complessivo di circa 390 ktep di idrogeno rinnovabile inclusi *Renewable Fuels of Non-Biological Origin* (RFNBOs) diversi dall'idrogeno.

Complessivamente, i consumi di idrogeno rinnovabile al 2030 ammonterebbero a circa 0,25 Mton/anno. Viene stimato che almeno il 70% della citata domanda sarà prodotta sul territorio nazionale, mentre la restante quota sarà importata. La produzione di idrogeno *low carbon* mediante cattura, complementare all'idrogeno da rinnovabili rispetto al quale presenta costi di produzione inferiori, è individuata come possibile leva per facilitare una più rapida decarbonizzazione dei settori industriali in particolare quelli, come ad esempio della raffinazione e dei fertilizzanti, in cui si impiega attualmente idrogeno grigio.

Viene riconosciuto un peso, anche se di difficile quantificazione, all'idrogeno di origine biologica, prodotto tramite gassificazione delle biomasse o tramite *steam reforming* del biometano.

In prospettiva, possono inoltre essere sviluppate sinergie con la produzione di energia nucleare, in particolare con piccoli reattori e microreattori di IV generazione.

Con riferimento all'ambito della ricerca energetica nazionale, la programmazione al 2030 si pone in una logica di continuità nel promuovere l'avanzamento del livello di maturità tecnologica. L'Italia ha incluso l'idrogeno tra gli ambiti tecnologici da sviluppare e ritenuti strategici. Per quanto riguarda quindi le attività di ricerca e sviluppo sul tema dell'idrogeno, viene sottolineato che queste sono state avviate in modo strutturato, attraverso diversi strumenti di supporto/finanziamento che operano su diversi livelli: dalla ricerca di base su tecnologie innovative da applicarsi nel medio-lungo termine (*Technology Readiness Level* - TRL 2-5), allo sviluppo di progetti pilota e dimostrativi, fino alle prime applicazioni su scala reale, con l'obiettivo di sostenere l'intera filiera industriale.

Attività con un TRL più elevato (≥ 6) sono condotte, nell'ambito dell'iniziativa di cooperazione multilaterale globale "Mission Innovation", nata a Parigi nel 2015 per accelerare i processi di innovazione delle tecnologie *clean*, attraverso la costruzione di due *Hydrogen demo Valleys*, intese come piattaforme multifunzionali per testare e validare tecnologie della filiera dell'idrogeno in modo integrato e su una scala pre-commerciale presso rispettivamente il Centro di Ricerche ENEA della Casaccia-Roma ed il CNR a Capo D'Orlando.

Posto che una descrizione più puntuale degli investimenti di ricerca e sviluppo attivati attraverso il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) è trattato nel successivo paragrafo 2.2.2., il PNIEC richiama le tecnologie idrogeno che sono sostenute attraverso questo Piano:

- produzione di idrogeno rinnovabile e *low carbon*;
- tecnologie innovative per lo stoccaggio e il trasporto dell'idrogeno e la sua trasformazione in derivati ed *e-fuels*;
- celle a combustibile per applicazioni stazionarie e di mobilità;
- digitalizzazione e integrazione delle reti elettrica/gas per migliorare la resilienza e l'affidabilità delle infrastrutture basate sull'idrogeno.

Emerge altresì nel documento la posizione geopolitica dell'Italia, data l'interruzione dell'approvvigionamento di gas russo, nel dare supporto per il mercato europeo del gas. In tal senso è esplicitato l'obiettivo di favorire lo sviluppo di un sistema di trasporto del gas che possa essere idoneo anche per sviluppare una rete multivettoriale atta a trasportare

sia gas naturale che idrogeno nel momento in cui tale fonte energetica sarà disponibile a prezzi competitivi. In tal senso occorre richiamare il regolamento delegato (UE) 2024/1041 del 28 novembre 2023, che ha inserito, ai sensi del nuovo regolamento (UE) 2022/869 sulle infrastrutture energetiche transeuropee (TEN-E), il Corridoio dell'idrogeno che connette Italia, Austria e Germania nell'elenco dell'Unione dei PCI. Per supportare la realizzazione dell'infrastruttura, nel 2023 è stato avviato un gruppo di lavoro con i tecnici dei Ministeri dei Paesi coinvolti. Il 30 maggio 2024 è stata firmata la Dichiarazione congiunta di intenti politici tra i Ministeri competenti in tema di energia di Italia, Germania e Austria che mira a rafforzare la cooperazione per lo sviluppo del Corridoio Meridionale per l'idrogeno, cosiddetto "South2Corridor".

Si tratta di una dorsale di gasdotti lunga 3.300 km per il trasporto di idrogeno rinnovabile prodotto a costi competitivi nei Paesi del Nord Africa e nell'Italia meridionale, che per il tratto italiano di circa 2.300 Km corre da Mazzara del Vallo a Tarvisio, incentrato sull'utilizzo delle infrastrutture *midstream* esistenti, con l'inclusione di alcune nuove infrastrutture dedicate ove necessario. Il progetto PCI è così definito:

- Infrastruttura idrogeno interna in Italia "Italian H2 Backbone" promosso da Snam Rete Gas che utilizzerà principalmente le infrastrutture esistenti;
- Infrastruttura idrogeno interna in Austria "H2 Readiness of the TAG pipeline system" promosso da Trans Austria Gasleitung (TAG) GmbH;
- Infrastruttura idrogeno interna in Austria "H2 Backbone WAG + Penta-West" promosso da Gas Connect Austria (GCA) GmbH;
- Infrastruttura idrogeno interna in Germania "HyPipe Bavaria – The Hydrogen Hub" promosso da bayernets GmbH.

2.2.2 IL PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

Nell'ambito del Dispositivo europeo per la ripresa e la resilienza (*Recovery and Resilience Facility* – RRF)¹⁹, l'Italia ha predisposto il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) che è stato approvato a luglio 2021 e si sviluppa intorno a tre assi strategici condivisi a livello europeo: digitalizzazione e innovazione, transizione ecologica, inclusione sociale. Il Piano, originariamente articolato in 6 Missioni, ha destinato 3,64 miliardi di euro per la promozione della produzione, distribuzione, stoccaggio e usi finali dell'idrogeno nell'ambito della Missione 2. Componente 2. "Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile".

A seguito di prima revisione del Piano, approvata dal Consiglio a dicembre del 2023 e che integrato una nuova Missione 7. "REPowerEU", specificatamente indirizzata a far fronte all'indipendenza energetica dalla Russia e ad accelerare la produzione di energia rinnovabile e promuovere le catene del valore dell'idrogeno e delle energie rinnovabili, ai fondi già allocati soprarichiamati si sono aggiunti ulteriori 230 milioni di euro per sostenere rispettivamente la produzione di idrogeno rinnovabile in aree industriali dismesse (90 milioni di euro) e la ricerca e sviluppo sull'idrogeno (140 milioni di euro).

Nell'ambito del processo di revisione del Piano, la misura sull'utilizzo dell'idrogeno in settori HTA prevista dal PNRR è stata oggetto di una riduzione finanziaria che ha portato nel 2023 l'importo originariamente allocato da 2 a 1 miliardo di euro.²⁰

Sono oltre 100 i progetti italiani riguardanti l'idrogeno che al terzo trimestre del 2025 risultano beneficiari di finanziamenti pubblici PNRR.

¹⁹ Regolamento (UE) 2021/241 del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 febbraio 2021 che istituisce il dispositivo per la ripresa e la resilienza

²⁰ Il miliardo escluso dal PNRR era destinato alla decarbonizzazione del ex-Ilva di Taranto (in particolare, le risorse erano destinate a DRI Italia S.p.A come soggetto attuatore del progetto per la produzione di Direct Reduced Iron – DRI). Il progetto per la sua complessità industriale, normativa e amministrativa era incompatibile con la scadenza del PNRR. Tale progetto è stato mantenuto, ma sarà finanziato con altre fonti di finanziamento nazionali.

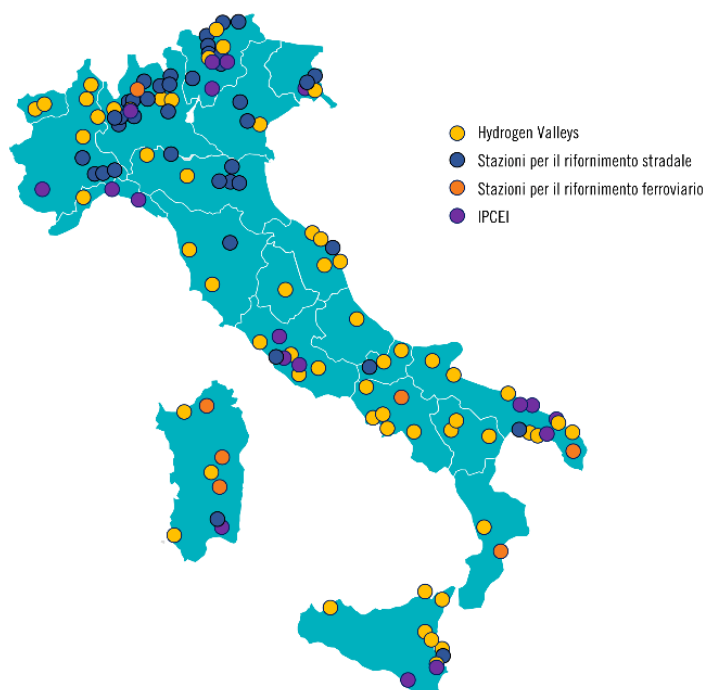


Figura 2.3: Mappatura dei progetti idrogeno PNRR *Hydrogen Valleys*, Stazioni di rifornimento e IPCEI. Fonte: H2IT, 2025.

Nonostante i finanziamenti del PNRR indirizzati a supporto dello sviluppo dell'idrogeno, molte delle *Hydrogen Valley* finanziate rischiano di non vedere mai la luce. Delle 57 *Hydrogen Valleys* ammesse a finanziamento, per un totale di 532 milioni di euro, solo 9 hanno completato il processo autorizzativo e acquistato gli elettrolizzatori, per un valore complessivo di 132 milioni di euro. Nonostante le difficoltà riscontrate, queste Valli Idrogeno rappresentano uno dei pochi esempi concreti di sviluppo dell'idrogeno in Europa e un modello virtuoso in grado di sostenere la crescita delle filiere tecnologiche.

Promuovere la produzione, la distribuzione e gli usi finali dell'idrogeno	
Investimento 3.1 Produzione in aree industriali dismesse	500 mio + 90 mio
Investimento 3.2 Utilizzo dell'idrogeno in settori <i>hard to abate</i>	2 miliardi ridotti ad 1 miliardo
Investimento 3.3 Sperimentazione dell'idrogeno per il trasporto stradale	230 mio
Investimento 3.4 Sperimentazione dell'idrogeno per il trasporto ferroviario	300 mio
Investimento 3.5 Ricerca e sviluppo sull'idrogeno	160 mio+ 140 mio
Sviluppare una leadership internazionale industriale di ricerca e di sviluppo nelle principali filiere della transizione	
Investimento 5.2 Idrogeno	450 mio

Tabella 2.3: Missione 2. Componente 2. (M2C2) – Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile.

Sono state altresì programmate all'interno della medesima Missione 2. Componente 2. due Riforme, rispettivamente:

Riforma 3.1 che mira a promuovere l'idrogeno come fonte di energia rinnovabile e deve includere numerosi elementi dall'aggiornamento dei regolamenti tecnici di sicurezza per produzione, trasporto, stoccaggio e utilizzo dell'idrogeno alla definizione di autorizzazioni semplificate e accelerate, dall'inclusione nell'ambito di regolazione del settore al coordinamento del piano decennale di sviluppo del gestore del sistema di trasporto (TSO).

Riforma 3.2 che consiste nel varo di incentivi fiscali che incentivino la produzione e/o l'utilizzo dell'idrogeno, in linea con le norme europee in materia di tassazione. Questa misura deve sostenere la produzione di idrogeno elettrolitico a

partire da fonti di energia rinnovabile ai sensi della direttiva (UE) 2018/2001 o dall'energia elettrica di rete. Questa misura deve sostenere unicamente attività che soddisfino il requisito di riduzione delle emissioni di gas serra nel ciclo di vita del 73,4 per cento per l'idrogeno [che si traduce in 3 t CO₂eq/t H₂].

Il PNRR italiano, inoltre, attraverso la Missione 4. Componente 2. "Dalla ricerca all'impresa", mira inoltre a sostenere gli investimenti in ricerca e sviluppo (R&S), promuovere l'innovazione e la diffusione delle tecnologie, diffondere la conoscenza.

In particolare, due linee di intervento che coprono la filiera del processo di ricerca e innovazione, rispettivamente quella volta a potenziare le attività di ricerca di base e industriale e quella diretta a rafforzare la propensione all'innovazione del mondo produttivo, anche favorendo la creazione di reti di collaborazioni internazionali, hanno trovato applicazione nel settore idrogeno.

Gli investimenti 1.1 "PRIN", 1.3 "Partenariati allargati estesi a Università, centri di ricerca, imprese e finanziamento progetti di ricerca di base", 1.4 "Potenziamento strutture di ricerca e creazione di campioni nazionali di R&S su alcune Key Enabling Technologies" e 1.5 "Creazione e rafforzamento di ecosistemi dell'innovazione per la sostenibilità" hanno contribuito a sostenere finanziariamente anche progetti che contemplano attività di ricerca su idrogeno e nuovi combustibili nel settore della mobilità (come il Centro nazionale Mobilità sostenibile – MOST), la promozione di una *roadmap* tecnologica per la produzione e utilizzo di idrogeno (Partenariato esteso NEST), lo sviluppo di sistemi innovativi nel quadro degli Ecosistemi di innovazione tra cui anche quello del Nord-Est "iNEST" (a cui partecipa la Regione).

All'interno della medesima M4C2, l'investimento 2.1 "IPCEI" integra l'attuale fondo IPCEI, di cui all'art. 1 comma 232 della legge di bilancio per il 2020, con risorse aggiuntive che consentiranno di finanziare nuovi progetti, nati su piattaforme europee e inseriti nelle sei filiere del valore europee strategiche tra cui anche l'idrogeno. Il Fondo interviene attraverso agevolazioni a sostegno delle attività svolte in Italia nell'ambito dei progetti approvati a livello europeo.

L'Italia è coinvolta in quattro IPCEI Idrogeno (si veda anche paragrafo 2.1.2) rispettivamente:

- **IPCEI Idrogeno 1 (H2 Technology)** si concentra sullo sviluppo di tecnologie dell'idrogeno per gli utenti finali. L'Italia partecipa con sei progetti industriali (Ansaldo, Fincantieri, Iveco Italia, Alstom Ferroviaria, Enel e De Nora (in partnership con Snam) e due progetti di R&S presentati dagli enti di ricerca ENEA e Fondazione Bruno Kessler - FBK.
- **IPCEI Idrogeno 2 (H2 Industry)** sostiene attività di ricerca, sviluppo e innovazione, anche comprese nella prima applicazione industriale:
 - la costruzione di infrastrutture connesse all'idrogeno, in particolare elettrolizzatori;
 - infrastrutture di trasporto su larga scala, per la produzione, lo stoccaggio e il trasporto di idrogeno rinnovabile e a basse emissioni di carbonio;
 - lo sviluppo di tecnologie innovative e più sostenibili per l'integrazione dell'idrogeno nei processi industriali di molteplici settori, in particolare quelli più difficili da decarbonizzare, come il settore dell'acciaio, del cemento, e del vetro.

Le imprese italiane coinvolte con propri progetti sono quattro (NextChem, RINA-CSM, SardHy e South Italy Green Hydrogen).

- **IPCEI Idrogeno 3 (H2 Infra)** ha come focus le infrastrutture idrogeno e intende anche potenziare la collaborazione per standard comuni e interoperabilità a favore di una maggiore integrazione del mercato. Il progetto "Valle Idrogeno Puglia" è inserito prevedendo interventi realizzati da SNAM, Energie Salentine e SAIPEM localizzati in Puglia per la costituzione di un'infrastruttura completa per il trasporto di idrogeno.
- **IPCEI Idrogeno 4 (H2 Move)** sostiene l'esecuzione di progetti che si concentrano esclusivamente su sfide e obiettivi specifici della tecnologia dell'idrogeno nelle applicazioni di mobilità e trasporto. L'impresa italiana UFI Hydrogen è coinvolta nello sviluppo di tecnologie innovative per *Membrane Electrode Assembly* (MEA) per *Fuel Cells* utilizzabili in processi di produzione *roll-to-roll*.

2.2.3 LA “MISSION INNOVATION 2.0”

L'Italia è paese membro di “Mission Innovation”, iniziativa di cooperazione multilaterale globale di cui fanno parte attualmente 24 Paesi²¹ e che intende attuare gli impegni sottoscritti con l'Accordo di Parigi nel 2015 in relazione al contenimento di emissioni climalteranti e alla promozione dell'innovazione tecnologica a supporto della transizione energetica. La seconda fase di tale iniziativa ha individuato otto nuove missioni, tra cui anche quella definita “Clean Hydrogen”²² volta a rendere il costo di produzione dell'idrogeno competitivo per gli utilizzatori finali portandolo a \$2 per kg entro il 2030.

Il nostro Paese è membro di tale missione che è co-coordinata da Australia, Cile, Unione Europea, Regno Unito e Stati Uniti²³ e mira rafforzare la collaborazione internazionale nella ricerca e innovazione per sviluppare una filiera dell'idrogeno pulito a livello globale e articolata in tre pilastri principali:

- Pilastro 1 - Ricerca e Innovazione;
- Pilastro 2 - Realizzazione di impianti Dimostratori, Pilot e *Hydrogen Valley*;
- Pilastro 3 - Quadro normativo abilitante lo sviluppo dell'idrogeno

La Missione ha identificato al momento cento *Hydrogen Valleys* in trentasei Paesi su scala globale costruendo la piattaforma dedicata “Hydrogen Valley Platform” che raccoglie tutte le informazioni sui progetti “faro” idrogeno di larga scala.

Nell'ambito dell'Accordo di Programma “Mission Innovation”, sottoscritto tra ENEA e Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (Ministero della Transizione Ecologica), ENEA ha proposto la realizzazione di una *Demo Valley* dell'idrogeno, presso il proprio Centro di ricerca di Casaccia, che è stata finanziata con una dotazione di circa 14 milioni di euro di fondi ministeriali.

2.2.4 LA STRATEGIA NAZIONALE IDROGENO

Se le Linee guida preliminari verso una Strategia Nazionale Idrogeno pubblicate dal Governo italiano a luglio del 2020 hanno tracciato una prima visione di alto livello sull'utilizzo di tale vettore energetico, la Strategia vera e propria adottata a novembre del 2024 prevede più scenari di penetrazione dell'idrogeno prendendo a riferimento un orizzonte temporale di medio-lungo termine al 2050 come qui di seguito riportato:

- **short term (al 2030): avvio dei primi progetti**
L'evoluzione della domanda sarà strettamente collegata all'adempimento degli obiettivi derivanti dalla direttiva europea RED III nei settori dell'industria e dei trasporti. La prima fase di sviluppo della filiera idrogeno conterà sulla realizzazione dei progetti di produzione in aree industriali dismesse (*Hydrogen Valleys*) capaci di creare sinergie in particolare tra settore industriale, mobilità e trasporti, finanziati dal PNRR, sulla messa a disposizione di schemi di incentivo per ridurre i costi, sulla normativa e procedure autorizzative.
- **medium term (2030-2040): estensione dell'azione e sviluppo del mercato**
La seconda fase dovrebbe trarre beneficio dall'attuazione delle progettualità e iniziative precedenti facendo leva su economie di scale derivanti da soluzioni di grandi dimensioni. La domanda di idrogeno aumenterà nei settori del trasporto marittimo e aereo, industria HTA, mobilità su gomma e a lungo raggio.
- **long term (2040-2050): centralizzazione, grandi quantità, infrastrutture**
Dovrebbe concretizzarsi una penetrazione dell'idrogeno più diffusa che dovrebbe raggiungere il 18% dei consumi finali dell'industria HTA e del 30% dei consumi finali nel settore dei trasporti. L'idrogeno potrà

²¹ Paesi aderenti: Australia, Austria, Brasile, Canada, Cile, Cina, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, India, Indonesia, Italia, Giappone, Marocco, Messico, Norvegia, Paesi Bassi, Arabia Saudita, Corea del Sud, Svezia, EAU, Regno Unito, Unione Europea e USA.

²² <https://mission-innovation.net/missions/hydrogen/>

²³ Fanno parte dello zoccolo duro della coalizione: Austria, Canada, Cina, Finlandia, Germania, India, Italia, Giappone, Repubblica di Corea, Marocco, Norvegia, Olanda, Arabia Saudita, Spagna, Emirati Arabi Uniti.

assumere un ruolo anche per il bilanciamento delle reti e lo stoccaggio. La parte infrastrutturale risponderà alla necessità di garantire connessioni per il trasporto e l'import di idrogeno da altri Paesi.

La Strategia punta prioritariamente sullo sviluppo di idrogeno ottenuto da fonti rinnovabili ma considera anche altri contributi quali ad esempio quello potenziale dell'idrogeno *low carbon* parallelamente allo sviluppo di studio CCS nonché quello di fonte nucleare.

Sono stati valutati i consumi di idrogeno, a partire da quello di partenza di 1,5 Mtep utilizzato quasi esclusivamente dal comparto industriale, nei diversi scenari di penetrazione dell'idrogeno, rispettivamente "base", "intermedio" e "alta diffusione".

- Nello **Scenario base** è prevista una domanda di 6,4 Mtep, di cui 3,9 Mtep consumati dai trasporti e 1,6 Mtep dall'industria.
- Nello **Scenario intermedio** è prevista una domanda di 9,1 Mtep, di cui 5,2 Mtep consumati dai trasporti e 2,7 Mtep dall'industria.
- Nello **Scenario a diffusione alta** è prevista una domanda di 11,9 Mtep, di cui 6,7 Mtep consumati dai trasporti e 3,7 Mtep dall'industria.

Nelle ipotesi di offerta la Strategia distingue due scenari principali:

- **Scenario 1**, con una produzione nazionale al 70% e un import di idrogeno al 30%. In questo caso l'Italia avrà bisogno di 15-30 GW di elettrolizzatori (il numero è legato alla domanda) per una spesa stimata tra gli 8-16 miliardi di euro;
- **Scenario 2**, con una produzione nazionale al 20% e un'importazione di idrogeno all'80%. In questo caso sono stimati 4-9 GW di elettrolizzatori (il numero è legato alla domanda) per una spesa tra gli 2-5 miliardi di euro.

Di seguito si riportano le principali linee di azione per sostenere e sviluppare la produzione nazionale di idrogeno, l'import e le infrastrutture.

PRODUZIONE	TERMINE
Incentivare la produzione di idrogeno rinnovabile di origine non biologica (RFNBO) e biologica	BREVE
Valorizzazione e rafforzamento delle Hydrogen valleys anche in aree portuali e aeroportuali	BREVE
Favorire a livello nazionale lo scale-up delle iniziative	MEDIO
Promuovere iniziative di sector coupling	MEDIO
Sviluppare un ecosistema favorevole allo sviluppo degli e-fuels	MEDIO

Tabella 2.4: Linee di azione della Strategia Nazionale Idrogeno per sostenere e sviluppare la produzione nazionale di idrogeno.

IMPORTAZIONE, TRASPORTO E INFRASTRUTTURE	TERMINE
Introdurre un meccanismo "competition based" per l'importazione di idrogeno verde e dei suoi derivati	BREVE
Sviluppare un sistema di certificazione adeguato	BREVE
Sostenere lo sviluppo del Southern Hydrogen Corridor	BREVE/MEDIO
Valorizzare il ruolo dei porti convertendoli a nuovi hub per le energie rinnovabili	MEDIO
Regolamentare e promuovere l'uso di idrogeno in hub logistici, porti, interporti e aeroporti	MEDIO

Tabella 2.5: Linee di azione della Strategia Nazionale Idrogeno per sostenere e sviluppare l'importazione, il trasporto e le infrastrutture.

Di seguito si riportano le principali linee di azione per sostenere e sviluppare la domanda di idrogeno nell'industria e nei trasporti.

INDUSTRIA	TERMINE
Creazione di una domanda strutturale per H2 rinnovabile e Low carbon	MEDIO/LUNGO
Implementazione meccanismi competitivi di approvvigionamento /schemi di supporto per acquisto	MEDIO
Meccanismo competition based per import di idrogeno e suoi derivati	BREVE
Sostegno a progetti pilota per lo scaling up	BREVE
Sostegno alla filiera per transizione industriale	BREVE
Sostegno all'acquisto di apparecchiature H2 ready nei processi produttivi	BREVE

Tabella 2.6: Linee di azione della Strategia Nazionale Idrogeno per sostenere e sviluppare la domanda di idrogeno nell'industria.

TRASPORTI	TERMINE
Infrastrutturazione dei Porti	BREVE
Logistica intra-aeroportuale	BREVE
Sostegno alla filiera industriale per la realizzazione delle tecnologie ad idrogeno e dei mezzi di trasporto	BREVE/MEDIO
Piano di sviluppo di una rete di stazioni di rifornimento per l'idrogeno in linea con le previsioni della direttiva AFIR	MEDIO/LUNGO
Aviazione	MEDIO/LUNGO

Tabella 2.7: Linee di azione della Strategia Nazionale Idrogeno per sostenere e sviluppare la domanda di idrogeno nei trasporti.

2.2.5 LA BOZZA DEL DECRETO INCENTIVI

Nel febbraio 2024 il Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica ha avviato una consultazione pubblica su uno schema di decreto volto a definire gli incentivi tariffari per la produzione di idrogeno a basse emissioni di carbonio. L’iniziativa ha lo scopo di sostenere gli investimenti nei settori industriali ad alta intensità emissiva e nei trasporti, favorendo l’introduzione dell’idrogeno rinnovabile nel mix energetico nazionale.

Il documento riconosce forme di sostegno sia alla produzione di idrogeno da elettrolisi alimentata da fonti rinnovabili, sia al cosiddetto bioidrogeno, ottenuto da bioliquidi, biomasse solide, biogas e biometano. L’impianto del decreto prevede un incentivo che tiene conto dei costi di investimento e di esercizio degli impianti, applicabile nel periodo 2024-2027, con la possibilità di successivi aggiornamenti in base ai risultati conseguiti.

La previsione è di assegnare contributi attraverso procedure d’asta competitive, organizzate per contingenti specifici rispettivamente 250.000 tonnellate annue per l’idrogeno rinnovabile, con eventuali sotto-contingenti destinati ai trasporti o ai settori HTA, e 50.000 tonnellate annue per il bioidrogeno. Lo schema prevede inoltre che possano partecipare anche impianti localizzati in altri Stati membri dell’UE o in Paesi terzi confinanti con l’Italia, a condizione che esportino fisicamente l’idrogeno sul mercato italiano e siano legati all’UE da accordi di libero scambio.

Il meccanismo di sostegno è concepito come contratto per differenza a due vie, con un prezzo di esercizio determinato attraverso la metodologia del *Levelized Cost of Hydrogen* (LCOH). Il valore massimo medio annuo per l’incentivo spettante varierebbe in funzione della taglia e della tecnologia: fino a 5 €/kg per gli elettrolizzatori con una taglia inferiore a 10 MW, 4 €/kg per quelli con una taglia pari o superiore a 10 MW e 3 €/kg per il bioidrogeno.

Risulterebbero beneficiari le imprese di qualsiasi dimensione e i soggetti pubblici, purché vengano rispettati i requisiti tecnici stabiliti dal decreto.

3. L'ANALISI DEL CONTESTO TERRITORIALE: RUOLO E POTENZIALITÀ DELL'IDROGENO NELL'ECONOMIA E NELLA SOCIETÀ DEL FRIULI VENEZIA GIULIA

Il Friuli Venezia Giulia si distingue per una posizione geopolitica strategica, all'intersezione tra l'Europa centrale e quella sud-orientale, e per la coesistenza di tre tradizioni etnico-linguistiche, quella latina, slava e germanica, che hanno contribuito a forgiare una ricca identità multiculturale e un forte spirito di apertura internazionale.

Tale collocazione ha favorito nel tempo la configurazione della regione come ponte infrastrutturale e logistico, connotata da una concentrazione unica, in un territorio di dimensioni contenute ma di elevata densità funzionale, di scali marittimi di rilievo nazionale e internazionale, interporti e reti integrate di trasporto terrestre, marittimo e aereo. Tre Corridoi transeuropei di trasporto (Mediterraneo, Adriatico-Baltico e Balcani Occidentali) attraversano il territorio regionale, rafforzando il ruolo del Friuli Venezia Giulia quale snodo strategico per il trasporto sostenibile e multimodale di lungo raggio. Le infrastrutture contribuiscono a migliorare l'integrazione intermodale dell'intera catena logistica, garantendo la continuità dei flussi di merci e passeggeri con i sistemi europei circostanti.

La regione rappresenta inoltre il punto terminale a Tarvisio della dorsale italiana del proposto Corridoio Sud dell'idrogeno, che coinvolge i tre Paesi di Italia, Austria e Germania, promosso congiuntamente dagli operatori di trasporto energetico Snam (Italia), Trans Austria Gasleitung (TAG), Gas Connect Austria (GCA) e Bayernets (Germania). Tale infrastruttura, lunga circa 3.300 chilometri e con una capacità di 4 milioni di tonnellate annue, è stata inserita nella sesta lista dei Progetti di Interesse Comune (PCI)²⁴, confermando la collocazione del territorio regionale quale nodo della futura rete europea dell'idrogeno.

Le dinamiche storiche, politiche, economiche e culturali, che hanno interessato il territorio, unite alla sua posizione geografica, hanno favorito lo sviluppo da parte dell'Amministrazione regionale di una rete strutturata di relazioni istituzionali e di esperienze di cooperazione, sia in ambito transfrontaliero con Austria, Slovenia e Croazia, che transnazionale, con particolare riferimento all'Europa centrale e ai Balcani occidentali. La funzione di cerniera politica e operativa è stata progressivamente alimentata dall'attuazione dei programmi europei di cooperazione territoriale²⁵ e dalle iniziative di internazionalizzazione del sistema economico e scientifico regionale.

La solidità infrastrutturale e la proiezione internazionale del Friuli Venezia Giulia si riflettono nella struttura economica regionale, a forte vocazione manifatturiera, e contraddistinta sia da una marcata apertura ai mercati esteri che da un'evoluzione costante verso l'innovazione tecnologica.

3.1 IL TESSUTO INDUSTRIALE E LE FILIERE PRODUTTIVE

Il tessuto industriale del Friuli Venezia Giulia è caratterizzato da un'elevata specializzazione manifatturiera e da una spiccata capacità di adattamento ai cambiamenti tecnologici e di mercato. Tale struttura rappresenta un elemento

²⁴ Il regolamento delegato (UE) 2024/1041 della Commissione europea del 28 novembre 2023 che modifica il regolamento (UE) 2022/869 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda l'elenco dell'Unione dei progetti di interesse comune e dei progetti di interesse reciproco, entrato in vigore ad aprile 2024, riporta anche l'elenco dei progetti di interesse comune - Interconnessioni dell'idrogeno nell'Europa centro-orientale e sud-orientale (HI East).

²⁵ La Regione FVG è eleggibile a 10 Programmi di cooperazione territoriale europea (tre transfrontalieri Interreg Italia-Slovenia, Italia-Austria-Italia-Croazia; 4 transnazionali Interreg Europa centrale, Spazio Alpino, Euro-MED, Adriatico-Ionio ADRION; 3 interregionali Interreg Europe, Urbact IV ed ESPON 2030); nel rispetto del Regolamento (CE) n.1082/2006, è membro fondatore del Gruppo Europeo di Cooperazione Territoriale (GECT) "Euregio Senza Confini" (Regione FVG, Regione Veneto e Land Carinzia) laddove sempre sul proprio territorio regionale si è istituito il GECT GO fondato dai Comuni di Gorizia, Nova Gorica e Šempeter-Vrtojba; a seguito degli accordi di Dobrova del 1996 è stata costituita nel 1997 una Commissione mista bilaterale tra la Presidenza della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e il Ministro degli Esteri della Repubblica di Slovenia per lo scambio di informazioni e approfondimento di problemi di interesse comune su scala transfrontaliera, ora ridenominata "Comitato congiunto Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Repubblica di Slovenia" che si riunisce periodicamente, di norma annualmente.

HOME	INDICE	PRECEDENTE	SUCCESSIVO	TROVA	STAMPA
------	--------	------------	------------	-------	--------

chiave per comprendere l'evoluzione dell'economia regionale e le prospettive di sviluppo connesse alla transizione energetica.

Nel 2024 l'economia regionale ha confermato un andamento di sostanziale stabilità, con un incremento complessivo del valore aggiunto pari allo 0,4%, sostenuto dalla crescita dei servizi (+0,6%), delle costruzioni (+1,1%) e dell'agricoltura (+6,2%), che hanno compensato la lieve flessione dell'industria manifatturiera (-0,4%).

Il comparto manifatturiero continua a rappresentare il nucleo centrale del sistema produttivo regionale, sia in termini di occupazione che di interconnessione con gli altri settori economici. Il Friuli Venezia Giulia si conferma tra le regioni italiane con la più elevata incidenza del valore aggiunto manifatturiero (23%), collocandosi al quarto posto a livello nazionale e mantenendo una posizione competitiva anche nel confronto con le principali regioni di riferimento europee.

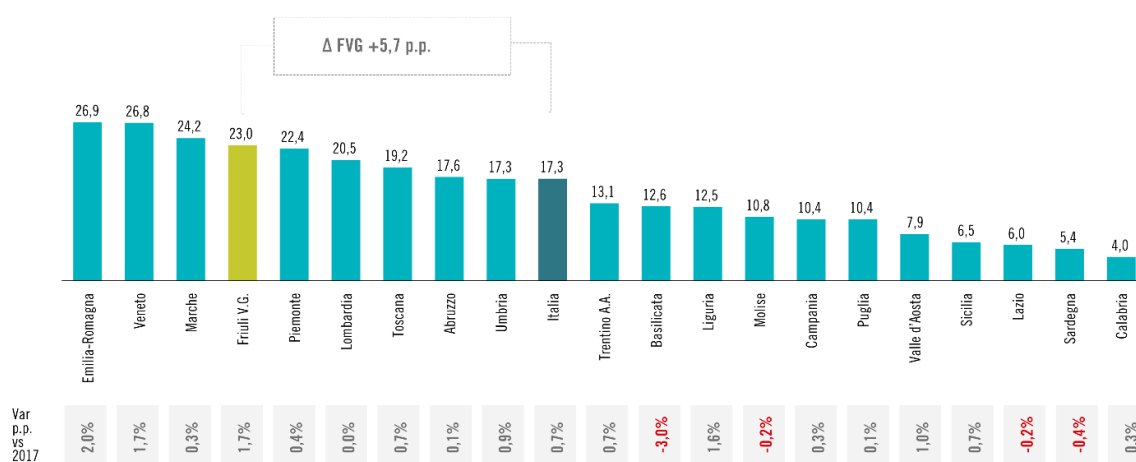


Figura 3.1: Incidenza del Valore Aggiunto della manifattura sul Valore Aggiunto totale nelle regioni italiane (valori %), 2021. Fonte: Istat.

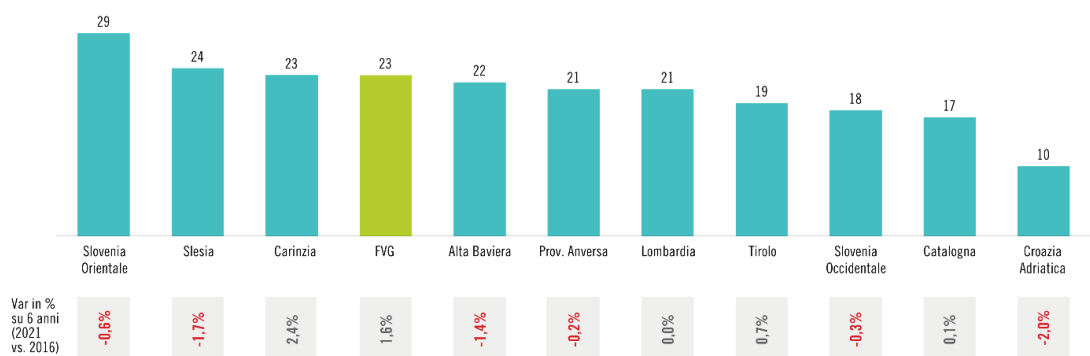


Figura 3.2: Valore aggiunto manifatturiero: confronto tra Friuli Venezia Giulia e peer competitor (% su valore aggiunto totale), 2021. Fonte: Istat.

Il settore manifatturiero riveste un ruolo cruciale anche come motore degli investimenti incidendo per quasi un quarto sul loro totale e mostrando una produttività superiore del 40% rispetto alla media del sistema economico regionale. In tale contesto, l'idrogeno è contemplato in due assi portanti del piano "Agenda FVG Manifattura 2030", finalizzato a programmare e governare lo sviluppo del sistema manifatturiero del Friuli Venezia Giulia, rispettivamente quello che riguarda la promozione della transizione energetica e sostenibile delle imprese manifatturiere, sostenendo lo sviluppo di fonti rinnovabili e a basse emissioni, e quello che mira a rafforzare le competenze del capitale umano, attraverso interventi strutturali di *upskilling*, *reskilling* e attrazione di forza lavoro qualificata, anche grazie a laboratori attrezzati dedicati alla formazione sui temi di frontiera tecnologica e sulle nuove professioni (*Innovation Platform*).

Una leva strategica per lo sviluppo della manifattura regionale è rappresentata dall'export, che rappresenta oggi quasi il 50% del PIL regionale. Nel 2024, le esportazioni manifatturiere hanno raggiunto un valore complessivo di 18,5

miliardi di euro, pari al 97,2% dell'export regionale, confermando il ruolo trainante della Regione nei mercati internazionali.

Cinque settori contribuiscono per circa i tre quarti del valore totale dell'export: siderurgia, meccanica, mezzi di trasporto (inclusa la cantieristica), mobili e altre attività manifatturiere e agroalimentare.

Oltre la metà dell'export manifatturiero regionale è concentrato nei primi dieci mercati di destinazione, prevalentemente europei. L'orientamento verso mercati caratterizzati da politiche avanzate di decarbonizzazione e sostenibilità di filiera favorisce l'evoluzione verso processi produttivi a minore impatto ambientale.

Le imprese regionali manifestano una crescente attenzione alla sostenibilità: circa il 60% prevede un aumento degli investimenti in progetti ambientali e il 57% in efficientamento energetico, mentre risultano stabili gli impegni su digitalizzazione, ricerca e sviluppo, risorse umane e formazione.

Alla fine del 2024 risultavano attive 86.735 imprese, con un tasso di crescita positivo (+0,19%), in linea con il triennio precedente. Il tessuto produttivo è costituito prevalentemente da micro e piccole imprese, di cui oltre la metà in forma individuale, e da un nucleo manifatturiero di oltre 8.300 aziende, con specializzazioni nei settori siderurgico, meccanico, del legno e del mobile che si aggiunge alle 12.000 aziende operanti in agricoltura, silvicoltura e pesca. Il Friuli Venezia Giulia presenta inoltre una quota di grandi imprese manifatturiere superiore alla media nazionale (0,7% rispetto allo 0,4% media Italia, nel 2022), elemento che rafforza la capacità di investimento e innovazione.

Si conferma inoltre la vitalità del sistema innovativo regionale, con una quota di start-up innovative pari al 4,1% delle nuove società di capitali, superiore alla media nazionale (3,1%), trainata in particolare dalle province di Udine e Trieste.

Il sistema regionale dell'innovazione si caratterizza per una spiccata vocazione tecnologica e digitale. Oltre i due terzi delle start-up innovative attive in Friuli Venezia Giulia operano nel comparto dei servizi ad alto contenuto di conoscenza, in particolare nella produzione di software, nella consulenza informatica, nella ricerca scientifica e sviluppo sperimentale e nei servizi di informazione e comunicazione. Circa un terzo delle nuove imprese innovative, invece, è attivo nei settori manifatturieri, con una prevalenza nelle tecnologie meccaniche e nella fabbricazione di macchinari, apparecchiature, computer e prodotti elettronici e ottici, confermando la capacità del tessuto industriale regionale di coniugare tradizione manifatturiera e innovazione tecnologica.

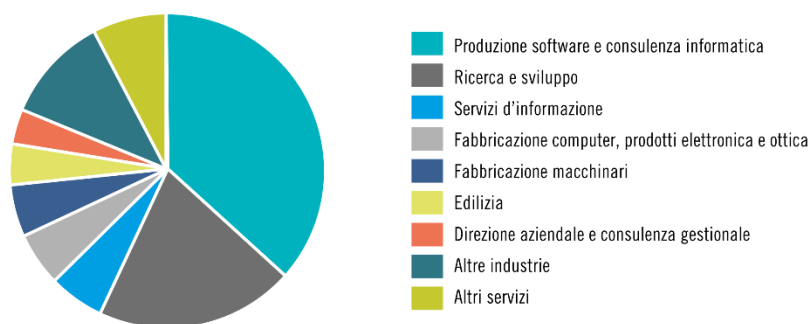


Figura 3.3: FVG Start-up innovative per settore, maggio 2025. Fonte: Registro imprese. Elaborazione dell'Ufficio di statistica Regione FVG.

3.1.1 LE OPPORTUNITÀ E LE POTENZIALITÀ PER LO SVILUPPO DELLA FILIERA DELL'IDROGENO

Alla luce del sistema economico del territorio regionale, si ritiene che lo sviluppo della filiera industriale dell'idrogeno in Friuli Venezia Giulia potrà realizzarsi attraverso una progressione ordinata che muove dalle competenze effettivamente presenti in tale assetto produttivo sino alla loro estensione verso ambiti contigui della catena del valore dell'idrogeno. La dinamica prevista è quella della crescita per adiacenze: le imprese potranno evolvere partendo dalle capacità che già presidiano negli ambiti della meccanica di precisione, termotecnica, impiantistica, materiali e trattamenti, sistemi elettrici, automazione e controllo e trasferendo tali competenze in prodotti, processi e servizi conformi ai requisiti tecnici, prestazionali e di sicurezza propri dell'idrogeno. La filiera non verrebbe aggiunta

dall'esterno quanto piuttosto prenderebbe forma come estensione coerente del patrimonio manifatturiero locale, con un avanzamento per passi verificabili e cumulativi.

All'interno di questa prospettiva, le tecnologie quali elettrolizzatori e celle a combustibile per l'idrogeno seguiranno verosimilmente una traiettoria distinta e complementare. Esse potrebbero richiedere un trasferimento strutturato di conoscenze e fasi di industrializzazione dedicate che potenzialmente trarrebbero vantaggio dalla collaborazione con le infrastrutture di ricerca e di trasferimento tecnologico.

Parallelamente, le filiere regionali potranno ampliarsi verso quegli ambiti contigui, in cui le imprese regionali costruiranno un vantaggio competitivo grazie alla vicinanza tecnica e organizzativa con quanto già praticato. Rientrano in questo insieme: la gestione dei gas e dei fluidi quali, ad esempio compressione, pompaggio, valvole, scambiatori, tenute, serbatoi e tubazioni in pressione; le tecnologie termiche come bruciatori, scambiatori di calore; sistemi elettrici e di conversione come quadri, raddrizzatori, convertitori, protezioni, apparecchiature di misura; automazione e controllo che comprendono sensoristica, logiche di regolazione, supervisione, diagnostica, sicurezza funzionale; la gestione termica integrata che interessa il raffreddamento, l'isolamento, le interfacce di scambio; nonché le competenze trasversali su sicurezza, prevenzione incendi, ambienti a rischio e monitoraggio continuo. In questi campi la transizione potrà consistere in un innalzamento del livello tecnico con riferimento a scelta di materiali adeguati, tolleranze più severe, procedure e prove specifiche, certificazioni coerenti con le norme. Ne potrà derivare la disponibilità, in tempi compatibili con lo sviluppo della domanda, di componenti e servizi idonei all'idrogeno, utili a conferire continuità alla filiera e ad accrescerne l'affidabilità agli occhi dei committenti.

Un ulteriore elemento di crescita potrà derivare dalla capacità di integrare le tecnologie dell'idrogeno in sistemi complessi già presidiati dal tessuto produttivo regionale, quali piattaforme navali, mezzi per il trasporto in aree non elettrificate, impianti a elevata intensità termica e distretti industriali, trasformando componenti e sottosistemi in soluzioni operative, certificate e replicabili.

La modalità di costituzione della filiera potrà essere riconosciuta in una sequenza chiara. Anzitutto si potrà identificare ciò che il territorio possiede già in modo stabile e qualificato e misurarne la distanza dai requisiti dell'idrogeno. Successivamente si potrà procedere alla riprogettazione mirata dei prodotti e dei processi per renderli idonei: scelta dei materiali, trattamenti, prove, controlli, manuali, adeguamento dei sistemi di qualità, attestazioni e abilitazioni. Le forniture così qualificate potranno trovare collocazione sia a supporto delle tecnologie come elettrolizzatori e celle a combustibile, sia nelle prime applicazioni operative. L'esperienza maturata potrà essere codificata in specifiche tecniche, capitolati e istruzioni, diventando patrimonio condiviso e favorendo l'ingresso di nuove imprese. Infine, l'integrazione di sistema potrà consolidare le competenze acquisite dentro impianti reali, generando referenze verificabili e una domanda più stabile lungo l'intera catena del valore.

In tale quadro il Friuli Venezia Giulia è chiamato a valorizzare il proprio valore manifatturiero, ridurre l'incertezza per le imprese, aumentare la riconoscibilità verso i committenti e costruire, nel tempo, una posizione competitiva fondata su competenze effettive e risultati misurabili.

Lo stimolo del mercato assume un ruolo determinante per la creazione di una domanda stabile e prevedibile, capace di orientare gli investimenti privati e sostenere la fase di *scaling up* industriale. La definizione di meccanismi di incentivazione e strumenti regolatori efficaci, che riducano il rischio operativo e assicurino la bancabilità dei progetti, è essenziale per superare il *gap* tra ricerca e mercato, favorendo la maturazione tecnologica e commerciale delle soluzioni basate sull'idrogeno.

Parimenti la collaborazione tra imprese, università e centri di ricerca costituisce una leva cruciale per accelerare l'innovazione e consolidare un ecosistema tecnologico integrato. La sinergia tra ricerca di base, sviluppo sperimentale, trasferimento tecnologico e sperimentazione industriale consente di ridurre i tempi di sviluppo e rafforzare la capacità competitiva del sistema produttivo. Tale collaborazione, se orientata secondo il modello della quadrupla elica, garantisce un approccio sistemico e inclusivo, in grado di attrarre investimenti esteri e competenze qualificate.

Infine, per trasformare le potenzialità tecnologiche in valore industriale concreto, è nevralgico promuovere progetti pilota su larga scala, in grado di dimostrare la fattibilità tecnico-economica delle soluzioni e di generare effetti di apprendimento e standardizzazione lungo tutta la filiera. Questi progetti devono essere concepiti come piattaforme di sperimentazione industriale e logistica, capaci di coinvolgere le imprese del territorio e di creare poli di competenza replicabili a livello nazionale ed europeo.

Nel complesso, il contesto territoriale come quello del Friuli Venezia Giulia può ambire a un ruolo di primo piano nello sviluppo dell'economia dell'idrogeno, a condizione di integrare politiche industriali, strumenti di mercato e partenariati strategici, costruendo una catena del valore solida, interconnessa e orientata alla competitività internazionale.

Con la finalità di mappare compiutamente la filiera dell'idrogeno, l'Amministrazione regionale, anche con il supporto di Area Science Park, sta sviluppando un'analisi finalizzata a individuare le competenze industriali, tecnologiche e scientifiche presenti sul territorio valorizzando le sinergie tra ricerca e impresa.

3.2 IL SISTEMA DI RICERCA E INNOVAZIONE AVANZATO E IL SIS FVG

In base allo *European Innovation Scoreboard 2025*²⁶, il Friuli Venezia Giulia è classificato come “Strong Innovator” attestandosi in Italia - che risulta essere come Paese nel suo complesso “Innovatore moderato” – come “pocket of excellence” e tra le prime tre regioni italiane per prestazione in termini di innovazione”. In particolare, il Friuli Venezia Giulia si colloca al 109-esimo posto nella graduatoria delle regioni europee con una performance superiore alla media UE.

I punti di forza, che collocano la Regione nella top-25 a livello europeo, sono la vendita di prodotti/servizi innovativi, la spesa per innovazione delle imprese non derivante da attività di ricerca e sviluppo (R&S), la quota di PMI che hanno introdotto innovazioni di processo, la registrazione di design. Altri punti forti del Friuli Venezia Giulia sono le co-pubblicazioni scientifiche internazionali, l'utilizzo di cloud computing nelle imprese, le co-pubblicazioni pubbliche/private, le collaborazioni delle imprese per le innovazioni e le domande di brevetti.

La Regione si distingue per numero di addetti alla ricerca e sviluppo in rapporto alla popolazione e in particolare per numero di ricercatori²⁷ nonché per l'elevata concentrazione di istituzioni universitarie e centri di ricerca di eccellenza. Il sistema scientifico e di ricerca si fonda sulla presenza delle due Università di Trieste e Udine, della SISSA di Trieste e di numerosi enti di ricerca e formazione superiore di rilevanza sia nazionale che internazionale. Le competenze si estendono ad un ampio spettro disciplinare, che include le scienze della vita, la fisica, la matematica, l'ambiente, l'ingegneria, le scienze umane e sociali.

Il network integrato del Sistema Scientifico e dell'Innovazione (SiS FVG), che riunisce ventuno istituzioni attive nell'ambito della ricerca, sviluppo e innovazione, grazie alla presenza di competenze scientifiche ed a una dotazione infrastrutturale riconosciute su scala globale, rende la regione un contesto particolarmente favorevole per lo svolgimento di attività di ricerca e sviluppo tecnologico. L'ecosistema si fonda su un Accordo, siglato nel 2016 e rinnovato nell'ottobre 2021, tra il Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale (MAECI), il Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR) e la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia al fine di favorire il coordinamento delle attività scientifiche, la condivisione di servizi tra enti e il collegamento tra mondo della ricerca, sistema economico e attori dell'innovazione.

In materia di idrogeno, il sistema scientifico regionale ha sviluppato nel tempo competenze altamente qualificate, frutto di progettualità congiunte tra loro sinergiche e integrate, collaborazioni istituzionali e investimenti in infrastrutture di ricerca dedicate.

Un passaggio rilevante è rappresentato dalla sottoscrizione, nell'autunno del 2021, di un *Memorandum of Understanding* tra sette enti del SiS FVG (Università di Trieste, Università di Udine, SISSA, Area Science Park, OGS, CNR-DSFTM, Elettra Sincrotrone) e SNAM. L'accordo prevedeva la messa a sistema delle rispettive competenze tecnico-scientifiche, delle infrastrutture e delle attrezzature per lo sviluppo di sinergie progettuali nei seguenti ambiti: transizione energetica e sostenibilità, con un focus sull'idrogeno per la logistica portuale e la mobilità marittima; utilizzo dell'idrogeno nella produzione di acciaio; decarbonizzazione e sviluppo di *Hydrogen Valley*; stoccaggio di energia attraverso tecnologie a idrogeno. Questa collaborazione ha portato, nell'ottobre 2022, alla costituzione di una Associazione Temporanea di Scopo (ATS) tra i medesimi enti, formalizzando l'avvio di un percorso di collaborazione.

Inoltre, nel quadro del Protocollo di Intesa “#IHUB FVG”, stipulato in data 31 maggio 2024 tra il MUR, il Ministero delle Imprese e del Made in Italy (MIMIT) e la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, avente come finalità lo sviluppo

²⁶ Il Regional Innovation Scoreboard (RIS) rappresenta un'estensione al livello regionale dell'Innovation Scoreboard europeo che valuta su base annuale la performance di innovazione degli Stati membri dell'UE e di altri Paesi considerati. Fornisce pertanto una valutazione comparata delle performance dei sistemi di innovazione di 241 Regioni dei Paesi EU, di Norvegia, Serbia, Svizzera, Regno Unito (Cipro, Estonia, Lettonia, Lussemburgo e Malta sono incluse a livello nazionale) considerando 23 indicatori. Le Regioni sono classificate Innovation Leaders (38 Regioni), Strong Innovators (69 Regioni), Moderate Innovators (74 Regioni), and Emerging Innovators (60 Regioni). <https://projects.research-and-innovation.ec.europa.eu/en/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard/eis#/ris>.

²⁷ 36,8 per 10mila abitanti nel 2022, contro i 28,3 a livello nazionale italiano.

economico del territorio attraverso l'innovazione, è presente uno specifico *Asset* dedicato all'idrogeno (si veda anche successivo paragrafo 4.2.8).

3.3 IL SISTEMA INFRASTRUTTURALE DEI TRASPORTI E DELL'ENERGIA

Un importante fattore esterno che incide sullo sviluppo regionale è rappresentato dalla qualità delle infrastrutture regionali, superiori alla media italiana.

La regione è situata al crocevia di tre Corridoi transeuropei trasporti:

- Corridoio Mediterraneo che costituisce il più importante asse di connessione ferroviario merci orizzontale europeo, collegando il Bacino del Mediterraneo con l'Europa centrale e con l'Ucraina;
- Corridoio del Mar Baltico-Mar Adriatico, che collega la costa del Mar Baltico (rinforzata dai porti di Danzica e Riga) al Mare Adriatico passando per Polonia, Repubblica Ceca e Austria, con i nuovi tunnel di base di Semmering e Koralm come snodi decisivi per l'efficienza ferroviaria;
- Corridoio dei Balcani occidentali a cui l'Italia è collegata nella parte settentrionale grazie alla sezione Trieste-Lubiana.

I Corridoi plurimodali del trasporto dell'UE si innestano sul Corridoio marittimo Adriatico anche con servizi di "Autostrada del mare" (*Motorways of the Sea*) e di *Short Sea Shipping* e collegano il sistema portuale con i paesi rivieraschi del Mediterraneo, quali la Turchia e l'Egitto, sia con naviglio Ro-Ro sia con naviglio *full container*.

La piattaforma logistica del Friuli Venezia Giulia è costituita dai sotto riportati nodi portuali e interportuali che si relazionano con il sistema delle aree produttive di interesse regionale ed è strutturata in termini efficaci per sostenere sia le filiere logistiche relative a produzioni esterne alla Regione, sia le filiere logistiche relative al sistema produttivo regionale che conta diverse eccellenze in diversi settori quali ad esempio quello dei prodotti siderurgici, del legno-arredo, componentistici:

- il Porto di Trieste, nodo principale (*core*) dei tre Corridoi transeuropei soprarichiamati; il Porto marittimo di Monfalcone di rilevanza economica nazionale, invece, è identificato come nodo secondario (*comprehensive*), in una posizione baricentrica rispetto ai Corridoi Mediterraneo e Adriatico-Baltico; Porto Nogaro risulta essere un porto fluviale di competenza regionale e nodo *comprehensive* del Corridoio Mediterraneo;
- l'Interporto di Cervignano del Friuli, che funge da *Inland Terminal* del Porto di Trieste svolgendo un ruolo di *hub* per le direttrici del Centro e Nord Europa e di consolidamento e distribuzione per le imprese regionali del Friuli con uno scalo merci per lo stoccaggio carico/scarico di merci in arrivo/partenza su strada e rilancio su ferrovia convenzionale e combinato strada-rotaia e/o *stuffing* su container marittimi;
- l'Interporto di Pordenone, inserito nel *Comprehensive Network* delle reti TEN-T lungo il corridoio Adriatico-Baltico risulta essere un centro di consolidamento e di distribuzione per l'area manifatturiera della parte occidentale del Friuli Venezia Giulia e del Veneto orientale;
- l'Interporto di Gorizia-SDAG si trova sul confine tra l'Italia e la Slovenia, nel punto di connessione tra l'autostrada italiana A34 che si dirama dall'autostrada A4 (parte della strada europea E70) e l'autostrada slovena H4 che collega l'A1 con Lubiana, a breve distanza dal Porto e dall'Aeroporto di Trieste. Offre molteplici servizi per assolvere alla funzione di deposito e consolidamento dei carichi per merci secche, deperibili, fresche e congelate, anche in regime doganale, con una piattaforma logistica specializzata per gli agroalimentari compresi settori merceologici e servizi che richiedono specifiche autorizzazioni e certificazioni, ivi inclusi servizi di manutenzione dei rotabili ferroviari;
- l'Interporto di Trieste, inserito nel *Core Network* e nella lista degli interporti a livello nazionale oltre a offrire servizi logistici di magazzino, un'area di servizio per il traffico camionistico, ha un'importante funzione di *inland platform* al servizio del Porto di Trieste, al quale è collegato da un'infrastruttura stradale e da una linea ferroviaria.

3.3.1 IL SISTEMA DELLA PORTUALITÀ REGIONALE

Il Porto di Trieste, classificato di rilevanza economica internazionale, rientra tra i sedici porti italiani sedi di Autorità di Sistema Portuale che risultano assoggettate alla vigilanza del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

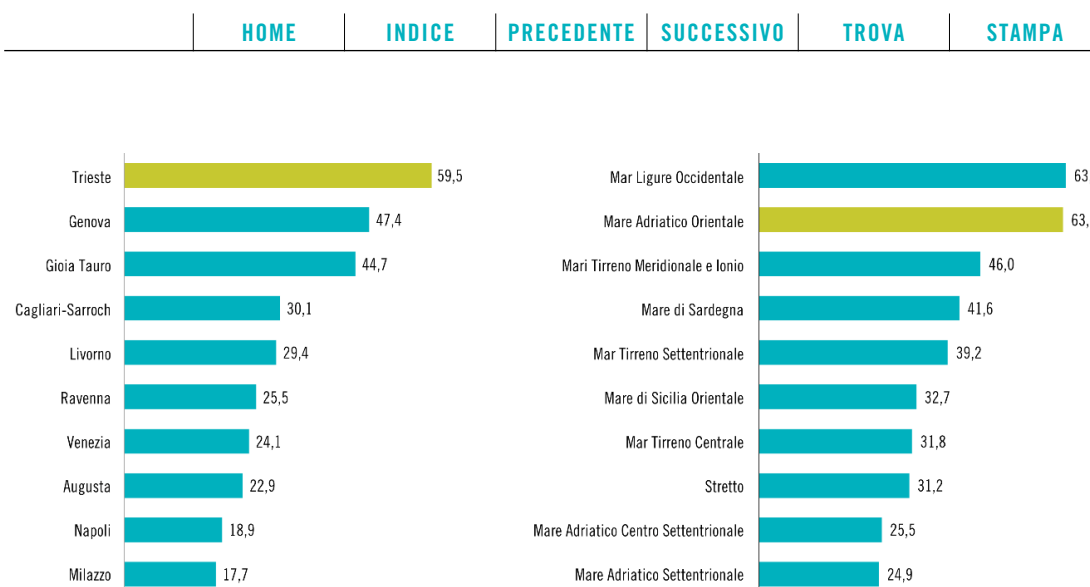


Figura 3.4: Primi 10 porti (a sinistra) e Autorità di Sistema Portuale (a destra) in Italia per movimentazione merci (mln tonn), 2024. Fonte: Assoport.

Negli ultimi decenni il Porto di Trieste si è trasformato da realtà regionale a snodo logistico europeo, grazie alla profondità naturale dei fondali (-18 metri), all'intermodalità ferroviaria avanzata e al regime di Porto Franco, che consente l'introduzione, la trasformazione e la riesportazione delle merci senza l'applicazione immediata di dazi o restrizioni.

Dal 2015, investimenti in infrastrutture e tecnologie hanno rafforzato il suo ruolo di porta d'accesso verso l'Europa centro-orientale. Il periodo 2015-2024 ha registrato una crescita media annua del 5% nei volumi complessivi di merce movimentata. In particolare, il trasporto RoRo (*Roll-on/Roll-off*), che riguarda il movimento via nave di mezzi su gomma come semirimorchi e casse mobili, ha mostrato una notevole crescita, grazie soprattutto alle linee "Autostrada del Mare" verso la Turchia. Parallelamente, il segmento container ha visto un'accelerazione che ha portato i terminal triestini a superare i 840.000 TEU nel 2024. Questa crescita è stata favorita dal rafforzamento della rete ferroviaria locale, con il raddoppio dei treni merci tra il 2015 e il 2024 e il completamento di nuovi raccordi che collegano direttamente il porto ai corridoi TEN-T Mediterraneo e Baltico-Adriatico.

Trieste inoltre svolge da sempre una funzione strategica anche sul piano energetico: attraverso l'oleodotto transalpino SIOT S.p.a. (Società Italiana per l'Oleodotto Transalpino) - TAL (Trans-Alpinen Ölleitung) è soddisfatto il fabbisogno petrolifero di Austria (90%), Repubblica Ceca (50%) e Germania meridionale (100%). La rete TAL è lunga 753 km e attraversa Italia, Austria a Germania, collegando il Porto di Trieste con i Länder tedeschi della Baviera e del Baden-Württemberg. L'oleodotto, dopo aver attraversato la regione, percorre tre regioni dell'Austria (Carinzia, Salisburghese e Tirolo) e la Baviera per giungere al Parco Serbatoi di Lenting nei pressi di Ingolstadt. Due diramazioni verso Est e verso Nord Ovest conducono il greggio verso le raffinerie tedesche. Nel 2024 sono state movimentate più di 40 milioni di tonnellate di greggio in direzione dei Länder Baviera e Baden-Württemberg.

L'infrastruttura potrebbe prestarsi ad essere utilizzata per diventare di riferimento per l'approvvigionamento di idrogeno destinato all'area della Germania meridionale. Ciò si collocerebbe in sinergia, da un lato, con il progetto di Corridoio Sud Idrogeno (Italia-Austria-Germania) e, dall'altro, con la possibilità da valutare di importare diverse forme di idrogeno direttamente attraverso le infrastrutture portuali regionali.

Merita evidenziare che a Trieste sono presenti vari punti franchi, nei quali i benefici del regime giuridico di Porto franco potrebbero essere opportunità interessanti per la localizzazione e la realizzazione di impianti funzionali all'integrazione dell'idrogeno nelle filiere logistiche che interessano il Porto e le aree retroportuali ad esso funzionalmente connesse.

Il porto di Monfalcone, classificato di rilevanza economica nazionale, ha fondali con profondità variabile tra 6,5 e 10,9 metri con la previsione progettuale di portarli alla profondità di -12,5 metri.

Nell'attuale fase di sviluppo dell'attività del porto, che risulta in continua costante crescita, vengono manipolate più di 3,5 milioni di tonnellate di merce varia.

Porto Nogaro è un porto fluviale classificato di rilevanza economica regionale cui si accede dal mare Adriatico, attraverso un canale translagunare ed il canale navigabile dell'Aussa Corno, di recente dragati e portati alla profondità di -7,50 metri.

Le navi che gravitano su Porto Nogaro staziano mediamente 3-4.000 tonnellate, con punte fino a 7.000. Per la promozione e l'infrastrutturazione opera principalmente il Consorzio di Sviluppo economico del Friuli (COSEF), che si occupa di interventi infrastrutturali delegati e finanziati dalla Regione.

Altro elemento di rilevanza del sistema regionale logistico è la presenza e la previsione negli ambiti portuali, retroportuali e interportuali di vari impianti di produzione energetica solare: questo aspetto può legarsi in modo determinante alla filiera dell'idrogeno e risulta tanto più strategico quanto nel Friuli Venezia Giulia il rapporto fra Porti commerciali ed interporti è di stretta interconnessione e riflette il dialogo complementare e consolidato fra l'Amministrazione regionale e l'Autorità di Sistema portuale del Mare Adriatico Orientale.

3.3.2 IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

La transizione energetica del settore del trasporto pubblico rappresenta una priorità strategica per la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia che ha avviato un percorso evolutivo concreto verso la decarbonizzazione del trasporto pubblico locale (TPL)²⁸, in particolare del parco mezzi che svolgono i servizi automobilistici urbani ed extraurbani in tutto il territorio regionale. In coerenza con gli obiettivi europei del *Green Deal*, del pacchetto "Pronti per il 55%", nonché della legge regionale "FVGreen", la Regione punta a sostituire entro il 2030 almeno la metà della flotta diesel, al 31 dicembre 2021, con autobus a emissioni zero o a basse emissioni, alimentati a energia elettrica, idrogeno o gas naturale.

Il Programma Operativo di Rinnovo Evolutivo del Parco Mezzi TPL (PREPM-TPL)²⁹, approvato nel 2023, costituisce lo strumento che guida questa trasformazione mettendo a sistema e integrando le diverse risorse comunitarie, nazionali e regionali al fine di favorire l'introduzione di mezzi ad alimentazione alternativa, a bassa o nulla emissione, e la realizzazione delle relative infrastrutture di ricarica e rifornimento necessarie.

Se per i servizi TPL automobilistici extraurbani il PREPM-TPL prevede un percorso evolutivo basato principalmente su mezzi *Compressed Natural Gas/Liquefied Natural Gas* (CNG/LNG), con una prospettiva di impiego del biometano, lasciando a futuri approfondimenti le valutazioni in merito alla possibilità di un utilizzo di sistemi ad alimentazione elettrica o a idrogeno, per i servizi di TPL urbano il programma prevede un deciso orientamento verso l'introduzione di nuovi autobus a zero emissioni ad alimentazione elettrica e, in due contesti territoriali di sperimentazione, anche a idrogeno.

Secondo quanto delineato dal PREPM-TPL l'attivazione delle due sperimentazioni con autobus a idrogeno, interessa, rispettivamente, una il contesto dei servizi di TPL urbani di Trieste e l'altra quello dei servizi TPL urbani di Monfalcone. Nel contesto territoriale di Trieste è prevista l'introduzione di dieci mezzi a idrogeno, a partire dal 2028, e la consorziata di TPL FVG, Trieste Trasporti S.p.A., sta svolgendo gli approfondimenti e le valutazioni in merito alla strategia di approvvigionamento e di definizione degli elementi di progetto della stazione di rifornimento di idrogeno, tra le alternative oggi possibili.

Per quanto riguarda il contesto di Monfalcone, nel quale è prevista l'introduzione di quindici mezzi a idrogeno a partire dal 2026, la consorziata di TPL FVG, Azienda Provinciale Trasporti S.p.A., ha avviato i lavori per la realizzazione dell'impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione della molecola e dell'annesso parco solare destinato ad alimentare l'elettrolisi con energia verde autoprodotta. Il termine dei lavori è previsto a giugno 2026. Inoltre, è stata aggiudicata la fornitura dei primi nove mezzi alimentati ad idrogeno la cui consegna è prevista a partire da aprile 2026, mentre l'introduzione delle restanti sei unità è prevista nel biennio 2028-2029.

Accanto al trasporto pubblico locale, possono essere identificate altre applicazioni connesse al trasporto, ad esempio nel trasporto merci e nella portualità, che vedono nell'idrogeno una leva sinergica al vettore elettrico.

3.4 IL QUADRO ENERGETICO REGIONALE

La legge regionale del 17 febbraio 2023, n. 4 "FVGreen" stabilisce il conseguimento degli obiettivi di lungo termine rispettivamente di emissione di gas effetto serra nette uguali a zero entro il 2045 e di riduzione delle medesime emissioni entro il 2030 al livello almeno pari all'obiettivo nazionale assegnato dall'UE. Parallelamente, in adempimento

²⁸ Ai sensi dell'articolo 5, comma 15 quater, della legge regionale 29 dicembre 2021, n. 23.

²⁹ Approvato con DGR 588 del 24 marzo 2023 e attuato attraverso il Gestore dei servizi di TPL automobilistici e marittimi su bacino unico regionale, Società TPL FVG S.c.a.r.l.

alla legge 9 gennaio 1991, n. 10³⁰, l'Amministrazione regionale ha provveduto ad aggiornare il proprio strumento di pianificazione energetica.

Il Piano energetico regionale (PER), approvato a dicembre 2024, individua le strategie e le priorità della Regione per il raggiungimento dell'autosufficienza e della sicurezza energetica ed il conseguimento dello sviluppo sostenibile del sistema energetico regionale, nel rispetto dei target definiti a livello comunitario e nazionale. Esso contiene anche azioni specifiche di sostegno all'introduzione dell'idrogeno nel mix energetico in uno scenario di medio-lungo periodo che muove dallo stato dell'arte del sistema energetico regionale inserito nel contesto italiano.

La distribuzione dei consumi finali di energia per settore evidenzia che nel Friuli Venezia Giulia il settore industriale assorbe circa il 40% dei consumi finali (contro il 22% in Italia), seguito dal settore civile (residenziale e terziario) con quasi il 40% (lievemente inferiore al dato nazionale, 43,7%) e dal settore trasporti con il 19,4% (contro il 31,2% in Italia).

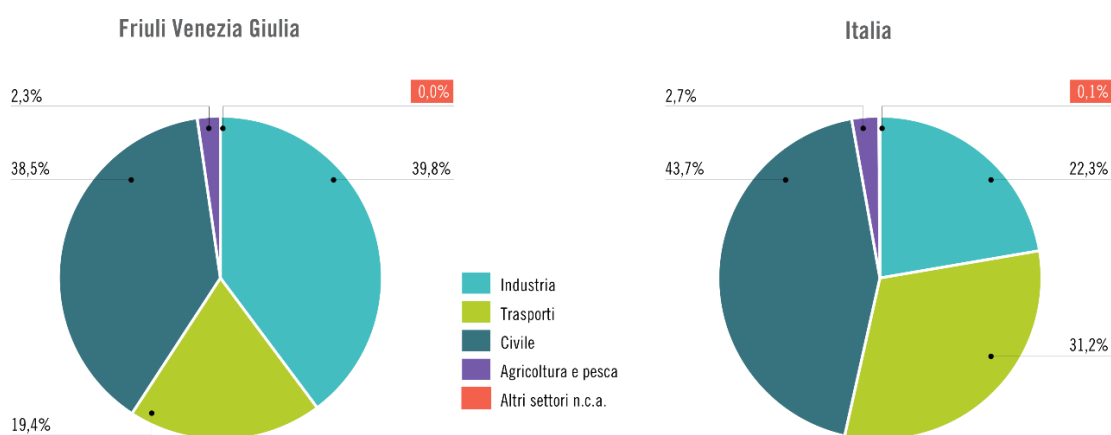


Figura 3.5: Distribuzione dei consumi finali di energia nel Friuli Venezia Giulia ed Italia per settore, anno 2021 (%). Fonte: EUROSTAT, ENEA.

Nel settore industriale, il contributo delle diverse fonti energetiche al consumo settoriale nel Friuli Venezia Giulia è in linea col peso a livello nazionale. Si nota, in particolare, un maggior ricorso alle energie rinnovabili, principalmente biomasse (5,3% nel Friuli Venezia Giulia contro 2% in Italia) e un minor ricorso ai prodotti petroliferi (6,5% nel Friuli Venezia Giulia contro 8,8% in Italia).

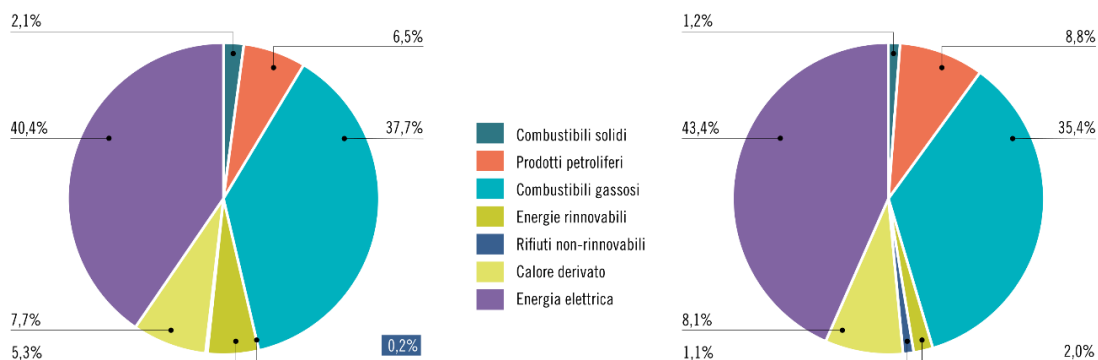


Figura 3.6: Consumo finale di energia per fonte energetica nel settore industriale, anno 2021. Fonte: EUROSTAT, ENEA.

³⁰ Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

Nel settore trasporti, i prodotti petroliferi coprono il consumo energetico del settore per quasi il 90% (86,1% nel Friuli Venezia Giulia e 89,3% in Italia): da notare a livello regionale un maggior utilizzo dell'energia elettrica (6,5% in Friuli Venezia Giulia contro il 2,7% in Italia) e un minor ricorso ai combustibili gassosi (3,7% in Friuli Venezia Giulia contro 4% in Italia).

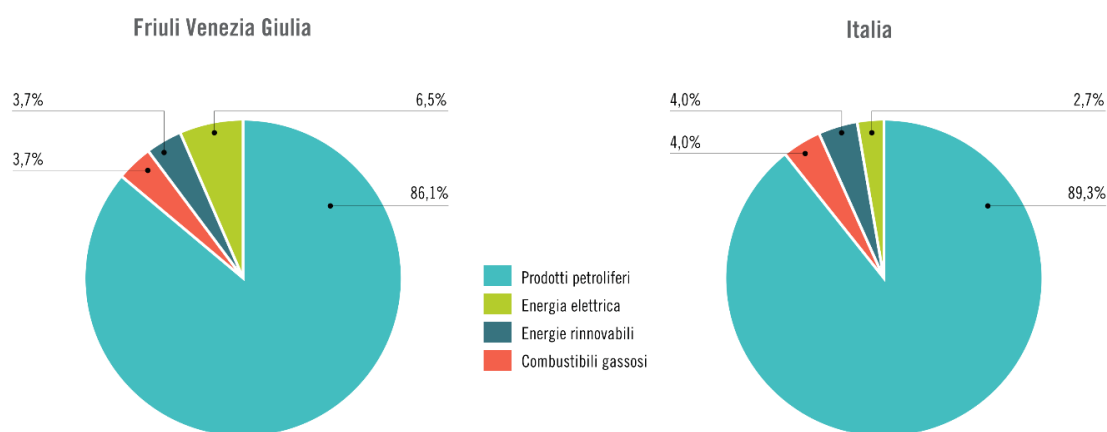


Figura 3.7: Consumo finale di energia per fonte energetica nel settore trasporti, anno 2021. Fonte: EUROSTAT, ENEA.

Nel settore civile, si nota un minor contributo dei combustibili gassosi al consumo settoriale (42,7% nel Friuli Venezia Giulia contro il 48,4% in Italia) e un maggior peso delle energie rinnovabili, principalmente biomasse, e dal 2017 il calore per ambienti generato dalle pompe di calore (26,4% nel Friuli Venezia Giulia contro il 19,1% in Italia).

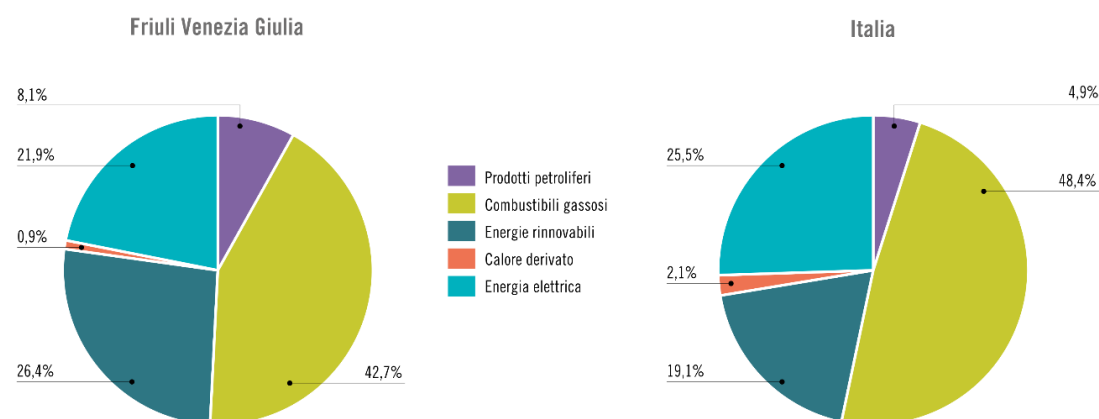


Figura 3.8: Consumo finale di energia per fonte energetica nel settore civile, anno 2021. Fonte: EUROSTAT, ENEA.

Con riferimento alla produzione di energia elettrica, intesa quale somma derivante da fonte fossile e rinnovabile, la Regione si colloca in una posizione di moderato deficit rispetto alla domanda interna, in linea con la situazione di altre regioni del Nord Italia, caratterizzate da un'elevata densità di consumi industriali e da una produzione prevalentemente termoelettrica.

ITALIA SUPERI E DEFICIT DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA RISPETTO ALLA RICHIESTA (GWh) - ANNO 2023

REGIONI	Produzione destinata al consumo	Energia elettrica richiesta	Superi (+) e deficit (-) della produzione rispetto alla richiesta	
			GWh	%
Piemonte	24.748,0	23.883,9	+ 864,1	+ 3,6
Valle d'Aosta	3.177,3	1.036,8	+ 2.140,6	+ 206,5
Lombardia	45.275,8	65.269,4	- 19.993,6	- 30,6
Trentino-Alto Adige	11.244,3	7.066,6	+ 4.177,6	+ 59,1
Veneto	14.342,1	30.139,5	- 15.797,4	- 52,4
FVG	7.271,1	9.573,5	- 2.302,4	- 24,0
Liguria	1.849,8	6.280,2	- 4.430,4	- 70,5
Emilia-Romagna	22.562,3	28.632,2	- 6.069,9	- 21,2
Toscana	15.163,1	19.260,0	- 4.096,9	- 21,3
Umbria	2.909,6	5.231,4	- 2.321,8	- 44,4
Marche	2.456,3	7.081,3	- 4.625,0	- 65,3
Lazio	10.125,0	22.445,9	- 12.320,9	- 54,9
Abruzzo	5.145,6	6.278,3	- 1.132,7	- 18,0
Molise	1.960,8	1.410,5	+ 550,3	+ 39,0
Campania	10.569,4	18.123,3	- 7.554,0	- 41,7
Puglia	28.015,9	17.808,9	+ 10.207,0	+ 57,3
Basilicata	4.720,5	3.106,7	+ 1.613,7	+ 51,9
Calabria	13.820,6	6.045,4	+ 7.775,1	+ 128,6
Sicilia	17.354,0	18.797,4	- 1.443,4	- 7,7
Sardegna	11.653,1	8.144,7	+ 3.508,3	+ 43,1
ITALIA	254.364,6	305.616,2	+ 51.251,5	- 16,8

Nota: Per energia elettrica richiesta in ogni singola regione si intende la somma dei consumi presso gli utilizzatori ultimi e delle perdite di trasmissione e distribuzione.

Tabella 3.1: Italia superi e deficit della produzione di energia elettrica rispetto alla richiesta (GWh) – Anno 2023. Fonte: Terna S.p.A.

In Friuli Venezia Giulia, la produzione lorda di energia elettrica a dicembre 2023 è stata di 7.511,4GWh. Il 70% proviene dalle centrali termoelettriche di tipo tradizionali presenti sul territorio, mentre il restante 30% è suddiviso tra idroelettrico, circa il 20%, e fotovoltaico, intorno al 10%.

HOME	INDICE	PRECEDENTE	SUCCESSIVO	TROVA	STAMPA	
----------------------	------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------	------------------------	--

FVG BILANCIO DELL'ENERGIA ELETTRICA (GWH) - ANNI 2022-2023

	2022	2023		
	TOTALE	Operatori del mercato elettrico	Autoproduttori	TOTALE
Produzione lorda				
Idroelettrica	887,3	1.494,3	12,0	1.506,3
Termoelettrica tradizionale	7.424,2	4.772,4	495,6	5.268,0
Geotermoelettrica ed eolica	-	-	-	-
Eolica	-	-	-	-
Fotovoltaica	681,8	651,7	85,4	737,1
TOTALE PRODUZIONE LORDA	8.993,2	6.918,5	592,9	7.511,4
Servizi ausiliari della produzione	272,3	201,0	23,5	224,4
Produzione netta				
Idroelettrica	875,1	1.476,0	11,9	1.487,9
Termoelettrica	7.171,9	4.597,9	473,3	5.071,2
Geotermoelettrica	-	-	-	-
Eolica	-	-	-	-
Fotovoltaica	673,9	643,6	84,3	727,9
TOTALE PRODUZIONE NETTA	8.720,9	6.717,5	569,5	7.287,0
Energia destinata ai pompaggi	12,0	15,9	-	15,9
Produzione netta destinata al consumo	8.708,9	6.701,7	569,5	7.271,1
Cessioni degli autoproduttori a operatori	-	73,4	-73,4	-
Saldo import/export con l'estero	6.702,1	6.601,2	-	6.601,2
Saldo con le altre regioni	-5.430,4	-4.298,8	-	-4.298,8
ENERGIA RICHIESTA	9.980,7	9.077,4	496,1	9.573,5
Perdite	288,4	310,6	2,2	312,8
Consumi finali				
Autoconsumi	946,6	231,7	493,9	725,7
Mercato libero	8.335,0	8.235,1	-	8.235,1
Mercato tutelato	410,6	300,0	-	300,0
TOTALE CONSUMI	9.692,2	8.766,8	493,9	9.260,7

Tabella 3.2: FVG bilancio dell'energia elettrica (GWh) - Anni 2022-2023 Fonte: Terna S.p.A.

Si osserva che nell'ambito industriale, per i consumi dell'energia elettrica la siderurgia occupa il maggiore peso, ed è seguita da prodotti in metallo e settore cartai.

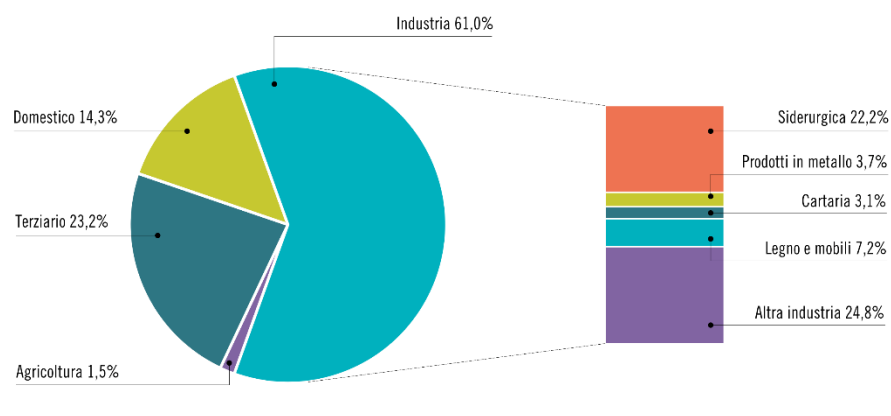


Figura 3.9 FVG CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA PER SETTORE MERCEOLOGICO (valori %) - Anno 2023 Fonte: Terna S.p.A.; elaborazione a cura del Servizio Statistica della Regione FVG

HOME	INDICE	PRECEDENTE	SUCCESSIVO	TROVA	STAMPA
------	--------	------------	------------	-------	--------

FVG CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA PER SETTORE MERCEOLOGICO E PROVINCIA (MLN KWH) - ANNI 2022-2023

	TOTALE FVG		
	2022	2023	Var. %
AGRICOLTURA	147,3	138,3	-6,1
INDUSTRIA	5.827,9	5.536,9	-5,0
Attività manifatturiere	5.464,5	5.178,4	-5,2
Siderurgia	1.980,0	2.018,4	1,9
Legno e mobilio	741,1	650,0	-12,3
Prodotti in metallo	348,4	337,3	-3,2
Plastica e gomma	320,5	305,2	-4,8
Alimentari	298,2	293,2	-1,7
Cartaria	514,1	277,8	-46,0
Ceramiche, vetrarie, min. non met.	235,7	274,6	16,5
Chimica	258,9	246,0	-5,0
App. elettriche ed elettroniche	212,9	192,6	-9,5
Macchinari e apparecchiature	109,3	113,0	3,4
Mezzi di trasporto	88,7	89,0	0,3
Costruzioni	55,5	57,2	3,1
Estrazione di materiali da cave e miniere	26,4	31,2	18,2
Acqua, reti fognarie, rifiuti e risanamento	223,9	218,4	-2,5
Ener. elett., gas, vapore e aria cond.	57,6	51,7	-10,2
SERVIZI	2.234,1	2.107,1	-5,7
Commercio	494,5	464,3	-6,1
Att. profess., scient. e tecniche	290,5	306,8	5,6
Trasporti	256,1	237,1	-7,4
Alberghi, ristoranti e bar	233,9	220,5	-5,7
Altri servizi	254,0	199,1	-21,6
Amm. pubblica e difesa	159,1	158,3	-0,5
Sanità e ass. sociale	110,1	115,7	5,1
Illuminazione pubblica	102,1	99,1	-2,9
Informazione e comunic.	95,0	96,3	1,4
Immobiliare	60,8	59,9	-1,5
Altro (*)	46,7	41,5	-11,1
DOMESTICO	1.320,0	1.295,6	-1,8
TOTALE	9.529,3	9.078,0	-4,7

Nota: (*) Altro contiene i dati di servizi. veterinari, servizi rete autostradale, istruzione, finanza e assicurazione

Tabella 3.3: FVG consumi di energia elettrica per settore merceologico e provincia (mln kWh) - Anni 2022-2023. Fonte: Terna S.p.A.

In coerenza con il quadro di produzione elettrica regionale descritto, nella definizione di traiettorie settoriali e infrastrutturali integrate, il Piano si pone l'obiettivo di raggiungere entro il 2030 una copertura del 79% di energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili (FER), prevedendo l'installazione aggiuntiva di circa 3,3 GW rispetto quanto già presente nel 2020 e alle indicazioni contenute a livello regionale nel Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e indirizzandosi nello sviluppo del fotovoltaico.

In tale scenario, l'idrogeno è parte integrante della pianificazione strategica, in quanto vettore a basse emissioni destinato a sostenere la transizione nei segmenti non pienamente elettrificabili e a contribuire alla resilienza del sistema.

Nel settore industriale, in particolare nei comparti energivori e HTA, l'idrogeno rinnovabile è inquadrato come opzione di decarbonizzazione per calore di processo e come materia prima in specifici cicli, in coerenza con l'evoluzione delle filiere regionali e con l'attivazione di progettualità dedicate.

Nel trasporto su gomma pesante e nella logistica connessa ai nodi portuali e intermodali, l'idrogeno è considerato complementare all'elettrico, con applicazioni prospettiche anche nel ferro non elettrificato, in raccordo con lo sviluppo di stazioni di rifornimento e corridoi funzionali alle esigenze del territorio.

Per la portualità e il dominio marittimo, il PER richiama l'integrazione di soluzioni a idrogeno e derivati nelle attività e nelle operazioni portuali, in coerenza con le rotte di approvvigionamento verso l'Europa continentale e con i requisiti europei sui combustibili rinnovabili di origine non biologica.

Nel comparto aeronautico, il riferimento è alla progressiva diffusione di carburanti sostenibili e soluzioni sintetiche coerenti con il quadro europeo, come parte del percorso di riduzione delle emissioni del settore.

Nel sistema elettrico, l'idrogeno rientra nelle soluzioni power-to-X a supporto della flessibilità e della resilienza in scenari di crescente penetrazione delle rinnovabili, contribuendo all'equilibrio del sistema e alla gestione dei picchi.

Nel loro insieme, queste linee definiscono il ruolo dell'idrogeno all'interno del PER come fattore abilitante della traiettoria di neutralità climatica al 2045, fornendo alla Strategia regionale le coordinate per raccordare priorità industriali, infrastrutturali e regolatorie con le esigenze di sostenibilità e competitività del territorio.

4.LE ATTIVITÀ E LE ESPERIENZE IN CORSO: RAFFORZAMENTO DELLE COMPETENZE, INVESTIMENTI E PROGETTUALITÀ

Negli ultimi anni l'idrogeno si è affermato come elemento strategico nelle politiche energetiche e industriali a livello europeo e nazionale, assumendo un ruolo sempre più rilevante nella transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio. Il suo sviluppo richiede un approccio sistemico, capace di mettere in relazione ricerca scientifica, industria, infrastrutture e competenze, in un quadro di governance multilivello che integri politiche, strumenti e risorse finanziarie provenienti da fonti diverse.

In questa prospettiva, la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha progressivamente orientato le proprie azioni verso la costruzione di un ecosistema dell'idrogeno fondato sull'integrazione tra dimensione locale, collaborazione interregionale, cooperazione strutturata a livello transnazionale e internazionale. Le esperienze maturate, gli investimenti attivati e le collaborazioni avviate rappresentano oggi una base concreta per l'attuazione di progetti di filiera, favorendo al contempo la crescita delle competenze e la competitività del sistema regionale.

4.1. LA REGIA DELLA REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA NEL PROCESSO DI SVILUPPO DELL'ECOSISTEMA IDROGENO

L'Amministrazione regionale ha inteso imprimere un'azione convinta sul processo di decarbonizzazione dell'economia, in linea con le priorità politiche e industriali di livello europeo e nazionale. Con la legge regionale "FVGreen"³¹ ha assunto l'impegno di conseguire l'obiettivo di lungo termine di emissioni nette di gas a effetto serra pari a zero entro il 2045. Già in precedenza era stato riconosciuto il ruolo chiave dell'idrogeno quale acceleratore del processo di transizione energetica in corso, soprattutto in una prospettiva di medio-lungo periodo e in uno scenario internazionale caratterizzato da forti incertezze anche sul fronte della sicurezza energetica. In tal senso è stata avviata un'azione lungimirante che riguarda il medio e lungo termine nella costruzione di un ecosistema dell'idrogeno fondato sulle caratteristiche distintive del territorio regionale e sulla consolidata vocazione alla cooperazione transfrontaliera e transnazionale della Regione.

Le relazioni avviate, in una fase preliminare, soprattutto dagli enti scientifici e della ricerca del territorio con i soggetti omologhi sloveni e croati ed il coordinamento con i rispettivi rappresentanti istituzionali hanno favorito la messa a fattor comune di competenze e risorse per la realizzazione di una Valle Idrogeno del Nord Adriatico. Tale iniziativa, contraddistinta da una dimensione transnazionale, è stata concepita per valorizzare le economie di scala e posizionare il Friuli Venezia Giulia come *hub* di riferimento per l'idrogeno nel quadrante Sud-orientale europeo, in sinergia con la costituenda rete delle Valli dell'Idrogeno europee e globali.

Per tale motivo, l'Amministrazione Regionale:

- ha contribuito a definire una rinnovata modalità di collaborazione strutturata con i Paesi di Slovenia e Croazia;
- ha individuato nell'idrogeno il proprio "Progetto bandiera"³² nel quadro del Piano nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), ossia un progetto di particolare valenza strategica e sostenuto da risorse ministeriali dedicate;
- ha presentato propria manifestazione di interesse in risposta all'invito pubblicato a gennaio 2022 dall'allora Ministero italiano della Transizione Ecologica, rivolto a Regioni e Province Autonome per la selezione di proposte volte alla realizzazione di siti di produzione di idrogeno rinnovabile in aree industriali dismesse, da finanziare nell'ambito del PNRR – Missione 2 "Rivoluzione verde e transizione ecologica", Componente 2

³¹ Legge regionale 17 febbraio 2023, n. 4 "Disposizioni per lo sviluppo sostenibile e la transizione ecologica del Friuli Venezia Giulia".

³² Si veda quanto previsto dall'art. 33 del decreto-legge 6 novembre 2021, n. 152, coordinato con la legge di conversione 29 dicembre 2021, n. 233 recante «Disposizioni urgenti per l'attuazione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) e per la prevenzione delle infiltrazioni mafiose».

“Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile”, Investimento 3.1. “Aree industriali dismesse – Valli idrogeno”;

- ha messo in atto una serie di misure contributive, stanziando fondi regionali dedicati, e ha sostenuto l’attivazione di ulteriori strumenti di finanziamento attraverso la presentazione di progettualità complementari, favorendo il dialogo e il confronto con i diversi portatori di interesse per la crescita dell’ecosistema idrogeno a livello regionale, interregionale e transnazionale.

4.1.1 LA LETTERA DI INTENTI SOTTOSCRITTA DA REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA, REPUBBLICA DI SLOVENIA E REPUBBLICA DI CROAZIA

L’interesse espresso dai rappresentanti istituzionali della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, della Repubblica di Slovenia e della Repubblica di Croazia a collaborare e impegnarsi congiuntamente per la definizione di una comune agenda per l’innovazione e per l’accelerazione dell’applicazione di soluzioni basate sul vettore energetico idrogeno su scala transfrontaliera e transnazionale, con l’obiettivo di costruire una Valle idrogeno del Nord Adriatico, è stata formalizzata con la sottoscrizione di Lettera di Intenti nel marzo 2022 a cura del Presidente della Regione e dei rispettivi Segretari di Stato dei Ministeri di competenza sloveno e croato.

La fase operativa della collaborazione trilaterale si è tradotta nella costituzione di un Gruppo tecnico di lavoro congiunto (*Joint Working Group*), composto oltre che dai rappresentanti istituzionali, anche da quelli del mondo imprenditoriale e scientifico dei territori di Friuli Venezia Giulia, Slovenia e Croazia, con il supporto tecnico di Area Science Park. Il Gruppo di lavoro si è insediato in occasione del primo incontro tenutosi nell’aprile 2022. Successivamente, il Gruppo di lavoro, che si riunisce con cadenza periodica, ha individuato un Coordinatore incaricato di sovrintendere allo sviluppo complessivo dell’iniziativa di collaborazione istituzionale e di facilitare il dialogo tra le parti.

Il primo risultato che il Gruppo di lavoro congiunto trilaterale ha conseguito è stata la preparazione di una candidatura congiunta in risposta all’invito a presentare proposte di Clean Hydrogen Partnership, con particolare riferimento al tema “Hydrogen Valleys - Large”, nell’ambito del Programma europeo della ricerca Horizon Europe 2021-27 (si veda paragrafo 4.2.1).

4.1.2 IL GRUPPO DI LAVORO INTERDIREZIONALE “VALLE IDROGENO NORD-ADRIATICO” DELLA REGIONE

Al fine di presidiare e guidare l’iniziativa strategica volta alla creazione di una Valle Idrogeno del Nord Adriatico, intesa come ecosistema integrato che abbraccia l’intera filiera dell’idrogeno (produzione, distribuzione, stoccaggio e utilizzo) e che si fonda su una collaborazione tra la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e le vicine Repubbliche di Slovenia e di Croazia, è stato istituito, a livello tecnico, il Gruppo di lavoro (GdL)³³ interdirezionale dell’Amministrazione regionale, dedicato alla costituzione e allo sviluppo della Valle Idrogeno del Nord Adriatico. Coordinato dall’Unità operativa specialistica ricerca, innovazione, FSE+ e altri fondi comunitari della Direzione centrale lavoro, formazione, istruzione e famiglia, è composto dai rappresentanti apicali e loro delegati di altre quattro Direzioni Centrali di linea, competenti in materia di ambiente, energia e sviluppo sostenibile, infrastrutture e territorio, attività produttive e risorse agroalimentari, oltre che dal Capo di Gabinetto e dalle Autorità di gestione dei Programmi regionali FESR e FSE+. Il Gruppo coordina le attività interne all’Amministrazione regionale che sono in capo alle diverse Direzioni centrali al fine di garantirne un’evoluzione omogenea, fungendo anche da interfaccia e rappresentanza tecnica esterna verso i portatori di interesse regionali, nazionali ed europei.

Il GdL si riunisce periodicamente in una forma allargata che preveda anche la partecipazione dei rappresentanti designati del sistema scientifico e industriale regionale e dell’Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale (AdSPMAO).

³³ La composizione e le funzioni del Gruppo di lavoro sono state definite con decreto del Direttore generale della Regione n. 97/GRFVG del 15.12.2021, aggiornato con successivi decreti rispettivamente n. 42031/GRFVG del 18.09.2023 e n. 41154/GRFVG del 30.08.2024.

4.2 LA MATRICE DELLE OPPORTUNITÀ DI FINANZIAMENTO ATTIVATE

Lo sviluppo della filiera dell'idrogeno in Friuli Venezia Giulia si fonda anche sulla capacità di utilizzare in maniera sinergica gli strumenti finanziari messi a disposizione dall'Unione europea unitamente alle risorse statali e regionali. Tali leve finanziarie, complementari tra loro, consentono di sostenere la ricerca, lo sviluppo tecnologico, la realizzazione di infrastrutture e la formazione delle competenze, creando le condizioni per l'implementazione di progetti integrati.

Oltre ai **Programmi europei a gestione diretta ed al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)**, i Programmi regionali del Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) e del Fondo sociale europeo Plus (FSE+) rappresentano strumenti fondamentali per accompagnare la transizione energetica regionale.

In particolare, il **Programma regionale FESR 2021–2027**, con la revisione di medio termine del Programma, in corso di definizione, prevede la possibilità di destinare specifiche risorse per il finanziamento della strategia regionale per l'idrogeno rinnovabile per investimenti produttivi, infrastrutturali, di ricerca e innovazione. Il **Programma regionale FSE+ 2021–2027** sostiene, in modo complementare, iniziative di formazione continua e permanente, di formazione tecnologica superiore e di alta formazione, essenziali per la creazione delle nuove competenze richieste dalla transizione verde. Lo sviluppo di quest'ultime rappresenta una condizione abilitante per la filiera idrogeno attraverso l'attuazione di percorsi formativi mirati per la costituzione e riqualificazione di figure professionali specializzate in relazione a tutte le fasi della catena del valore, dagli impianti di produzione ai sistemi di utilizzo finale. Linee di finanziamento dedicate alla costituzione nel medio periodo di un pool di ricercatori, tecnologi, dottorati di ricerca rivolti alla filiera dell'idrogeno, indirizzati a università ed enti di ricerca regionali per attività di ricerca e di formazione, completano la filiera formativa, che parte dai livelli afferenti all'istruzione e formazione professionale, per arrivare fino ai dottorati di ricerca e percorsi post doc.

Il programma di Cooperazione Territoriale Europea **Interreg** sostiene lo sviluppo di progetti congiunti tra Regioni, Paesi membri e Paesi Partner anche in materia di innovazione, infrastrutture e transizione verde. Accanto a tale strumento, l'**Interregional Innovation Investments (I3)**, iniziativa a gestione diretta dell'Unione europea nell'ambito del FESR, sostiene investimenti interregionali in innovazione, promuovendo lo *scale-up* di soluzioni tecnologiche emergenti, anche nel settore dell'idrogeno.

La Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, inoltre, ha allocato propri **fondi regionali** per il sostegno di iniziative di filiera che coprono investimenti, *hub* tecnologici e infrastrutture di ricerca connesse allo sviluppo dell'idrogeno.

La seguente matrice sintetizza l'articolazione degli strumenti di finanziamento che sono stati attivati a livello europeo, nazionale e regionale in Friuli Venezia Giulia, evidenziando la loro corrispondenza con le diverse fasi della filiera dell'idrogeno.

PRODUZIONE	STRUMENTI TRASVERSALI
<ul style="list-style-type: none"> • PNRR - M2C2 investimento 3.1 «Produzione di idrogeno in aree industriali dismesse» • Progetto Bandiera PNRR - fondi statali e regionali 	
RICERCA E INNOVAZIONE	
<ul style="list-style-type: none"> • PNRR - M2C2 investimento 3.5 «Ricerca e sviluppo sull'idrogeno» • PNRR - M4C2 «Dalla ricerca all'impresa» - Investimento 1.1 «Fondo PRIN», Investimento 1.3 «Partenariati estesi» e Investimento 1.5 «Creazione e rafforzamento di ecosistemi dell'innovazione per la sostenibilità» • PNRR - M4C2 investimento 2.1 «IPCEI- Important Project of Common European Interest» • I3 - Interregional Innovation Investments • FESR • Fondi regionali 	<ul style="list-style-type: none"> • Horizon Europe tra cui Clean Hydrogen Partnership Bando 2022 («Hydrogen Valleys - Large») • Interreg • FSE+
INFRASTRUTTURE E TRASPORTO	
<ul style="list-style-type: none"> • PNRR - M2C2 investimento 3.3 «Sperimentazione dell'idrogeno per il trasporto stradale» • Fondi statali e regionali per l'attuazione del PREPM-TPL FVG • FEAMPA 	

Figura 4.1: Matrice degli strumenti di finanziamento attivati a sostegno della filiera dell'idrogeno in Friuli Venezia Giulia.

La Regione ha accompagnato e direttamente promosso una serie di iniziative e progettualità concrete che rappresentano l'attuazione operativa degli strumenti finanziari sopra richiamati³⁴.

4.2.1 IL PROGETTO EUROPEO “NAHV”

Grazie alla proficua collaborazione e combinazione di competenze a livello regionale e transnazionale tra i tre territori coinvolti, il primo importante traguardo raggiunto è stata l'approvazione, nel 2023, da parte della *Clean Hydrogen Partnership* del progetto “North Adriatic Hydrogen Valley” (NAHV)³⁵ finanziato nell'ambito del bando europeo 2022 “Hydrogen Valley – large scale” del Programma Horizon Europe³⁶.

Le attività progettuali, della durata programmata di 72 mesi, hanno preso avvio a settembre del 2023 a seguito della sottoscrizione dell'accordo di finanziamento europeo pari a 25 milioni di euro a beneficio di trentasette organizzazioni provenienti da Friuli Venezia Giulia e Italia, Slovenia e Croazia.

Il progetto è coordinato dalla società slovena Holding Slovenske elektrarne (HSE) e vede la partecipazione, in qualità di partner istituzionali, della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – attraverso la Direzione centrale difesa dell'ambiente, energia e sviluppo sostenibile – del Ministero sloveno dell'Ambiente, del Clima e dell'Energia e del Ministero croato dell'Economia.

Il partenariato italiano di progetto comprende, oltre all'Amministrazione regionale, l'ente nazionale di ricerca Area Science Park che ha svolto un ruolo di primaria importanza nel coordinamento dei contributi provenienti dai portatori di interesse italiani, Acegasapsamga S.p.A., Faber Industrie S.p.A, Acciaierie Bertoli Safau, Danieli centro combustion S.p.A, Ferriere Nord S.p.A., Clean Technology Systems - CTS H2, Cubogas (Snam S.p.A), Fondazione Bruno Kessler, Università degli studi di Trieste, Tpl-Trasporto Pubblico Locale Fvg s.c.ar.l. e le affiliate Trieste Trasporti S.p.A. e A.P.T. Azienda Provinciale Trasporti Gorizia, META Group Srl.

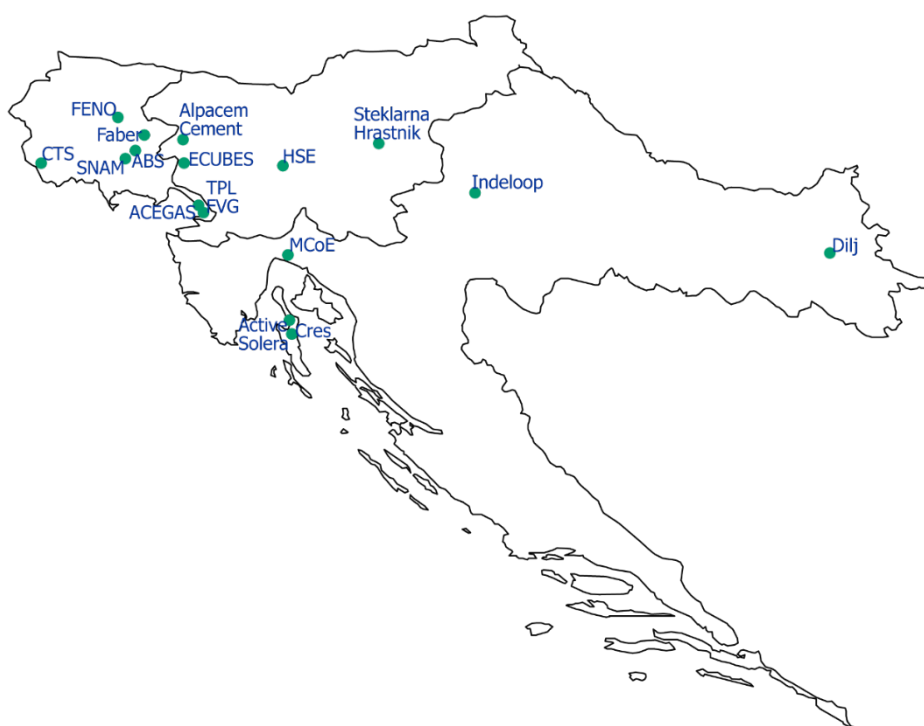


Figura 4.2: Testbed del progetto NAHV. Fonte: www.nahv.eu

³⁴ Gli importi finanziari specificati nel presente capitolo sono riferiti alla data di approvazione degli interventi/progetti e possono pertanto essere soggetti ad eventuali rimodulazioni in fase di attuazione/a conclusione.

³⁵ <https://www.nahv.eu/about-nahv/>

³⁶ Cfr call HORIZON-JTI-CLEANH2-2022

Il progetto rappresenta il primo esempio su scala transnazionale nell'Europa centro-orientale di un ecosistema basato sulla filiera idrogeno e prevede:

1. lo sviluppo di applicazioni con un livello di maturità tecnologica – TRL almeno pari a 6 (*technology demonstrated in relevant environment*) all'avvio delle attività per raggiungere il livello di 8 (*system complete and qualified*) al termine del progetto. Ciò avverrà attraverso la preparazione, definizione, sperimentazione e monitoraggio di 17 applicazioni “test bed”, quali casi di prova reali nei rispettivi ecosistemi, raggruppati in tre pilastri principali: *hard to abate* (HTA), energia e trasporti;
2. la dimostrazione della capacità di produzione di almeno 5.000 tonnellate di idrogeno rinnovabile all'anno, coprendo l'intera filiera dalla produzione all'utilizzo, includendo piani per il trasporto, stoccaggio e distribuzione di idrogeno;
3. almeno due applicazioni di celle a combustibile idrogeno in almeno due differenti settori con una chiara focalizzazione sui settori dell'industria, dei trasporti e dell'energia;
4. almeno il 20% dell'idrogeno prodotto scambiato/distribuito a livello transfrontaliero secondo un flusso bidirezionale a seconda della localizzazione dello stoccaggio;
5. sinergie e complementarità con altri Programmi europei o altri finanziamenti europei, nazionali o regionali;
6. l'inclusione di preliminari schemi per la programmazione e gestione degli aspetti di sicurezza;
7. replicabilità e scalabilità allo scopo di facilitare l'ulteriore sviluppo di Valli idrogeno in altri territori in Europa.

I Ministeri italiani di competenza, in virtù di lettera di intenti sottoscritta in fase di presentazione della candidatura, saranno coinvolti nella fase di attuazione del progetto, con particolare riguardo alle attività di analisi delle politiche, alla definizione regolatoria e all'istituzione di una *Regulatory Sandbox* finalizzata alla sperimentazione di tecnologie innovative.

La Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, insieme ai Ministeri sloveno e croato, è specificatamente coinvolta nell'analisi delle politiche esistenti in materia di idrogeno, nello sviluppo di un quadro regolatorio comune e nella proposizione di linee guida politiche e di uno schema di incentivi a supporto dello sviluppo dell'intera catena del valore dell'idrogeno.

4.2.2 GLI INVESTIMENTI IDROGENO PNRR

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) rappresenta una leva fondamentale per la costruzione e il consolidamento della filiera regionale dell'idrogeno, attraverso un insieme articolato di investimenti strategici e complementari.

Nell'ambito della Missione 2. Componente 2. (M2C2) “Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile”, la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha attivato un portafoglio di interventi che costituisce il nucleo operativo della futura filiera regionale dell'idrogeno, con ricadute dirette sulla produzione, la sperimentazione e l'uso del vettore energetico.

Tra questi, l'Investimento 3.1 “Produzione in aree industriali dismesse” ha consentito di finanziare con 15,8 milioni di euro il progetto “Hydrogen Hub Trieste”, di cui AcegasApsAmga Spa è capofila, che prevede la realizzazione, presso l'area ex Esso lungo il Canale Navigabile del porto di Trieste in abbandono da anni, di un impianto di elettrolisi da 5 MW di capacità, alimentato da energia fotovoltaica, prodotta da un impianto di potenza nominale pari a circa 4,85 MWp e da acqua proveniente dal vicino termovalorizzatore, che sarà in grado di produrre fino a 370 ton/anno di idrogeno, di cui 116 ton/anno in forza dell'energia generata dall'impianto fotovoltaico asservito. L'idrogeno sarà stoccato in sito per mezzo di un sistema di alta pressione di capacità complessiva pari a 2 tonn. Si prevede che l'impianto potrà entrare in funzione entro la metà del 2026. In data 11 febbraio 2025 è stato adottato dall'Amministrazione regionale il decreto di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) a favore della società AcegasApsAmga Spa per l'esercizio dell'impianto.

A completamento della catena del valore, l'Investimento 3.3 “Sperimentazione dell'idrogeno per il trasporto stradale” ha portato all'approvazione di due progetti di realizzazione di stazioni di rifornimento a idrogeno, rispettivamente nei Comuni di Porpetto e Monfalcone, a supporto della mobilità sostenibile e dell'attivazione della domanda locale di idrogeno. In particolare, l'impianto di produzione e distribuzione di idrogeno rinnovabile che sarà realizzato a Monfalcone dall'Azienda Provinciale Trasporti S.p.A di Gorizia rientra nel Programma Operativo di Rinnovo Evolutivo

del Parco Mezzi (PREMP-TPL) della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia per la transizione energetica complessiva di Tpl Fvg e alimenterà i nuovi autobus previsti per il servizio urbano di Monfalcone-Staranzano-Ronchi dei Legionari. A valere sull'investimento 3.5 "Ricerca e sviluppo sull'idrogeno", tra i progetti promossi dalle Università di Trieste e di Udine finalizzati a rafforzare la capacità di innovazione e la specializzazione scientifica regionale nei settori connessi alla transizione energetica è stato ammesso a finanziamento il progetto di ricerca fondamentale "PRIDE- PROduzione sostenibile di IDrogeno tramite sistemi fotoElettrochimici attivati dalla luce solare" per un importo a beneficio dell'Università di Trieste di 500.000 euro.

L'attività progettuale dell'Università di Udine, in qualità di Coordinatore, ha condotto all'approvazione del progetto di rilevante interesse nazionale "GrindRu An Old Tool for a New, Flexible and Green Route Toward NH3 DecompositioN Catalysts BaseD on Ruthenium". Co-finanziato a valere sul bando PRIN 2022 -Investimento 1.1 della Missione 4. Componente 2. (M4C2) "Dalla ricerca all'impresa", sulla base di un costo complessivo di 260.000 euro, si propone di studiare, grazie al coinvolgimento del Politecnico di Milano oltre che dell'Università di Trieste, l'uso della meccanochimica per la preparazione di catalizzatori per la reazione di decomposizione dell'ammoniaca per la produzione di idrogeno, con l'obiettivo di sviluppare formulazioni sostenibili dal punto di vista ambientale.

Nell'ambito della medesima Missione, ed in particolare dell'investimento 1.3. "Partenariati estesi", è stato finanziato a valere sul bando a cascata del Programma Network 4 Energy Sustainable Transition (NEST), il progetto "NANO-PLUS" presentato dall'Università di Trieste con una dotazione finanziaria di circa 100.000 euro e che mira a sviluppare fotocatalizzatori ed elettrodi compositi a base di titania ingegnerizzata e carbon dot (CD) per la produzione di idrogeno foto/elettrocatalitico e prodotti organici ad alto valore aggiunto mediante riduzione dell'anidride carbonica.

L'Ecosistema dell'Innovazione del Nord-Est Interconnected Nord-Est Innovation Ecosystem (iNEST), finanziato a valere sull'investimento 1.5 "Creazione e rafforzamento di ecosistemi dell'innovazione per la sostenibilità" della M4C2, rappresenta una rete di interconnessione tra enti di ricerca pubblici e privati, orientata allo sviluppo di sinergie tra le molteplici vocazioni del territorio, attraverso l'utilizzo di tecnologie digitali e della transizione ecologica, prendendo a riferimento i settori chiave di specializzazione del Triveneto. Il progetto AIH2DU, selezionato a valere su bando a cascata dello *spoke* 3. "Green and Digital Transition For Advanced Manufacturing Technology" mira a sviluppare un sistema modulare e intelligente per la distribuzione dell'idrogeno, superando le limitazioni delle attuali stazioni di rifornimento e permettendo di fornire idrogeno a diverse pressioni senza necessità di stazioni tradizionali, riducendo così i costi iniziali e operativi (CAPEX e OPEX) e superando le barriere legislative e di sicurezza.

Afferisce sempre alla Missione M4C2 ma all'investimento 2.1 "IPCEI" il contributo di risorse aggiuntive europee al Fondo IPCEI a copertura del primo importante progetto di comune interesse europeo (IPCEI) sulle tecnologie per la creazione di una catena del valore europea dell'idrogeno, denominato "IPCEI Hy2Tech" (IPCEI Idrogeno 1) di cui fa parte anche il progetto "Wave 2 the Future" di Fincantieri S.p.A. Grazie al coinvolgimento della società controllata Isotta Fraschini Motori S.p.A., tale progetto mira ad impiegare l'idrogeno come combustibile su navi da crociera così come a sviluppare tecnologie alimentate a idrogeno applicabili a bordo, concorrendo alla definizione di normative per l'uso dell'idrogeno nel settore marittimo, garantendo soluzioni tecnologiche sicure.

4.2.3 IL "PROGETTO BANDIERA IDROGENO" PNRR

La Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha individuato nell'idrogeno il proprio "Progetto bandiera", definizione con cui si identifica un progetto di particolare rilevanza strategica che viene finanziato con fondi statali per consentire la realizzazione di attività complementari rispetto alle misure del PNRR. L'iniziativa è realizzata congiuntamente dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica con la Regione in esecuzione del Protocollo d'intesa tra il Ministero degli Affari Regionali e il Ministero della Transizione Ecologica del 13 aprile 2022, volto alla realizzazione di impianti di produzione di idrogeno rinnovabile, e della legge regionale 10 agosto 2023 n.13³⁷.

L'avviso pubblico di agosto 2025, finalizzato alla selezione di "Progetti bandiera" relativi alla produzione di idrogeno rinnovabile in aree dismesse tramite la realizzazione di impianti di produzione sul territorio regionale, dispone di un finanziamento complessivo pari a 15 milioni di euro di cui 10 milioni di euro a valere sulla dotazione finanziaria statale in coerenza con l'investimento 3.1 della M2C2, già oggetto del finanziamento delle *Hydrogen Valleys*, e per un ammontare pari a 5 milioni di euro, a valere sui fondi regionali.

³⁷ Art. 2, commi 23-26, della legge regionale 10 agosto 2023 n.13 - Assestamento di bilancio per gli anni 2023-2025 ai sensi della legge regionale 10 novembre 2015 n. 26.

Possono beneficiare delle agevolazioni le imprese di tutte le dimensioni, le pubbliche Amministrazioni, enti di ricerca individuati dall'articolo 4 dell'Avviso che intendono realizzare i "Progetti bandiera". Il limite minimo di contributo concedibile del progetto è pari a 2 milioni di euro, mentre il limite massimo è pari a 15 milioni di euro.

4.2.4 I PROGETTI STRATEGICI DI INFRASTRUTTURE DI RICERCA IDROGENO

In attuazione della legge regionale 10 agosto 2023, n. 13³⁸, la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha attivato specifiche linee di finanziamento volte a sostenere progetti strategici di ricerca e innovazione nella filiera dell'idrogeno. Sono stati selezionati³⁹ i sotto riportati cinque progetti presentati da Associazioni Temporanee di Scopo (ATS) composte da enti del Sistema Scientifico e dell'Innovazione (SiS FVG). Le iniziative riguardano lo sviluppo di infrastrutture di ricerca per lo stoccaggio sotterraneo di idrogeno, l'analisi di materiali e processi, l'idrogeno rinnovabile e le tecnologie intelligenti, l'efficienza energetica e i materiali avanzati per la transizione energetica. Complessivamente sono stati impegnati circa 11,2 milioni di euro.

- **FUSE - Open Infrastructure on Future Underground Hydrogen Storage:** Infrastruttura per lo studio e la caratterizzazione di sistemi di stoccaggio sotterraneo di idrogeno.
Enti: Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS - Capofila) con Università di Udine e Università di Trieste.
- **I-CAMPUS-H2 - Infrastruttura di Ricerca per la Caratterizzazione Analitica di Materiali e Processi Strategici per l'H2:** progetto finalizzato allo sviluppo e test di materiali e processi innovativi per la filiera dell'idrogeno.
Enti: CNR (Capofila), con Area Science Park ed Elettra Sincrotrone.
- **H2SmartLab - Infrastruttura di ricerca per idrogeno rinnovabile e tecnologie intelligenti e resilienti:** creazione di un laboratorio per tecnologie digitali e resilienti a supporto della filiera dell'idrogeno verde.
Enti: Area Science Park (Capofila), con SISSA e Università di Trieste.
- **E4H2 - Efficiency For Hydrogen:** Progetto per sviluppare un progetto focalizzato sull'efficienza dei sistemi energetici basati su idrogeno.
Enti: Università di Trieste (Capofila), con Università di Udine.
- **Infrastruttura per lo sviluppo di Materiali e Processi Avanzati per Contribuire alla Transizione Energetica nella filiera Idrogeno:** attività per la ricerca avanzata su materiali e tecnologie per la produzione e l'uso dell'idrogeno.
Enti: Università di Udine (Capofila), con Università di Trieste.

Gli enti coinvolti si caratterizzano per una forte vocazione all'internazionalizzazione nel settore dell'idrogeno. Le collaborazioni con istituzioni europee, nonché con realtà geograficamente contigue come Austria, Slovenia e Croazia, costituiscono un asset strategico per lo sviluppo di progetti transfrontalieri e transnazionali legati all'idrogeno.

In tal senso, la conferma a Trieste ad aprile 2025 della realizzazione della seconda edizione dell'European PhD Hydrogen Conference (EPHyC), rappresenta un ulteriore riconoscimento della solidità e affidabilità del sistema scientifico regionale, nonché della sua vocazione a partecipare al dibattito europeo sul ruolo del vettore idrogeno nella transizione energetica.

4.2.5 I PERCORSI FORMATIVI: FONDI REGIONALI, PR FSE+ 2021-27 E ALTRI FONDI

Nella prospettiva di uno sviluppo delle tecnologie per la produzione, lo stoccaggio, il trasporto e l'utilizzo dell'idrogeno come vettore energetico, emergono nuovi fabbisogni occupazionali e la necessità di competenze specializzate lungo l'intera filiera. Si tratta di nuove figure professionali o di evoluzioni di profili esistenti, richieste dalla transizione verso un'economia dell'idrogeno.

In questo contesto, il tema della formazione assume un ruolo strategico e deve essere affrontato in modo sistemico in tutta la catena del valore formativa: dall'istruzione secondaria superiore all'istruzione tecnica superiore (ITS) e all'alta

³⁸ Art. 7, commi 14–15-bis, della legge regionale 10 agosto 2023, n. 13 - Assestamento del bilancio per gli anni 2023-2025 ai sensi della legge regionale 10 novembre 2015 n. 26.

³⁹ Con Delibera della Giunta regionale n. 1032 del 4 luglio 2024.

formazione universitaria. Un'attenzione specifica riguarda la formazione professionale, capace di rispondere ai fabbisogni di breve-medio termine, in particolare attraverso azioni di riqualificazione e aggiornamento (*upskilling e reskilling*) di figure professionali già occupate e comunque in transizione professionale.

La Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia conferma il proprio impegno nel promuovere la formazione e la valorizzazione del capitale umano nel settore dell'idrogeno rinnovabile, sostenendo progetti di ricerca finalizzati a consolidare gli investimenti già attivati con l'Avviso di selezione di progetti strategici di infrastrutture di ricerca (si veda precedente paragrafo 4.2.4) e a potenziare le competenze presenti sul territorio. L'obiettivo è quello di rafforzare la competitività del sistema scientifico e produttivo regionale lungo l'intera catena del valore dell'idrogeno, attraverso il finanziamento di progetti di ricerca collaborativa di interesse strategico per la comunità scientifica che mirano altresì a favorire la formazione di professionalità altamente qualificate.

L'intervento, dal valore complessivo pari a 4.700.000,00 di euro, finanziato prevalentemente con risorse a valere sulla Sezione speciale del Piano Sviluppo e Coesione (PSC)⁴⁰, assicura un raccordo organico tra le dotazioni infrastrutturali, la promozione di progettualità di ricerca avanzata e la valorizzazione del capitale umano, ritenute strategiche per la crescita del sistema regionale dell'innovazione.

L'Amministrazione regionale ha individuato attraverso tale intervento i seguenti sette soggetti attuatori con i quali ha stipulato specifiche convenzioni che disciplinano le condizioni di realizzazione delle attività progettuali, gli obblighi dei medesimi soggetti e le modalità di attuazione e monitoraggio degli interventi avviati a fine 2025: l'Università degli Studi di Trieste - Ricerca e Innovazione per Sviluppare l'Ecosistema dell'H2 (RISE-H2); ELETTRA SINCROTRONE TRIESTE S.C.p.A. per il progetto i-CAMPUS-H2 Operando; Area di Ricerca Scientifica e Tecnologica di Trieste – Area Science Park per il progetto H2 Smart Campus; l'Università degli Studi di Udine per Udine Hydrogen Research Center (UD-H2); OGS per il progetto IHOST – Imaging Underground Hydrogen Systems to shape future storage; CNR – Istituto Officina dei Materiali (CNR-IOM) – per il progetto SvilUpUp di mateRiali Funzionali con AppliCazioni nella transizione all'Economia dell'idrogeno (SURFACE); la Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA) - Hydor – per H2SmartLab relativo a infrastruttura di ricerca su idrogeno rinnovabile e tecnologie intelligenti e resilienti.

L'Università di Udine, inoltre, ha aderito in qualità di Partner al progetto europeo “KICSTARH2 - Accelerating Sustainable Hydrogen Uptake Through Innovation and Education”, finanziato dal Programma europeo Horizon Europe (EIT-HEI Initiative) e che ha l'obiettivo di promuovere metodologie educative specialistiche di apprendimento che affrontano non solo i contenuti relativi alle tecnologie dell'idrogeno, ma anche i metodi di innovazione nel business e nel management, fornendo moduli online di formazione sull'idrogeno e sull'innovazione aziendale⁴¹.

Sempre l'Ateneo friulano è coordinatore del progetto europeo “C-NET - CO2 valorisation NETwork”⁴², finanziato dal Programma Horizon Europe – MSCA Staff Exchanges, volto a costruire una rete di esperti scientifici che lavorano in aree complementari nel settore delle zero emissioni nette ed il cui fulcro è lo sviluppo di materiali a doppia funzione (DFM) in grado di combinare la cattura della CO₂ e la sua idrogenazione in gas di sintesi all'interno dello stesso materiale.

4.2.6 I PROGETTI EUROPEI I3 “NACHIP” E “NASCHA”

L'Amministrazione regionale, in qualità di autorità responsabile per l'attuazione della propria strategia di specializzazione S4, ha seguito la presentazione a bando europeo, nell'ambito dello strumento finanziario europeo Interregional Innovation Investments (I3), di due proposte progettuali entrambe ammesse a finanziamento del Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR).

Nel 2024 è stato finanziato e avviato il progetto “North Adriatic Clean Hydrogen Investment Platform” (NACHIP), che la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha sostenuto fin dalla fase di candidatura, attraverso la sottoscrizione di una *Letter of Support*, con l'obiettivo di rafforzare l'ecosistema dell'idrogeno del Nord Adriatico. Il progetto si concentra sulla convalida e dimostrazione di tecnologie per l'idrogeno pulito in tre catene di valore fondamentali: produzione, mobilità e aree urbane. NACHIP intende sperimentare soluzioni avanzate per la generazione, conversione, trasmissione,

⁴⁰ Area tematica “01 Ricerca e Innovazione”, settore di intervento “01.01 Ricerca e Sviluppo” e disciplinato dai criteri approvati con deliberazione della Giunta regionale n. 1121 dell'8 agosto 2025.

⁴¹ <https://www.uniud.it/it/ricerca/progetti-e-iniziative/progetti-finanziati/horizon-europe/kicstarth2>

⁴² <https://www.uniud.it/it/ricerca/progetti-e-iniziative/progetti-finanziati/horizon-europe/c-net>

stoccaggio e utilizzo di idrogeno pulito, promuovendo l'integrazione e la scalabilità delle tecnologie più promettenti nel settore.

Il consorzio, composto da dodici Partner e guidato dall'Istituto Jožef Stefan, attuerà un modello di accelerazione replicabile, basato inizialmente su cinque progetti pilota. In una fase successiva, il progetto prevede il coinvolgimento, attraverso strumenti di finanziamento a cascata, di fino a diciotto PMI attive nelle tre catene di valore prioritarie, in particolare nelle regioni meno sviluppate dell'ecosistema della North Adriatic Hydrogen Valley (NAHV).

Un elemento innovativo del progetto consiste nello sviluppo e nella validazione di un modello di *governance* fondato su alleanze locali per l'idrogeno, replicabile nei diversi territori coinvolti per rafforzare le filiere e favorire l'adozione delle tecnologie soprattutto nelle aree urbane.

NACHIP prevede, inoltre, la convalida di tecnologie emergenti a elevata maturità (TRL 8-9), la creazione di catene di valore dinamiche per l'idrogeno pulito, e la definizione di un programma di accelerazione per il trasferimento tecnologico al mercato. Tutte queste azioni sono orientate a garantire la sostenibilità di lungo termine dell'ecosistema NAHV, anche attraverso la loro integrazione nella *governance* della futura società veicolo (SPV) della Valle Idrogeno del Nord Adriatico.

Nel quadro delle azioni finalizzate a promuovere la cooperazione transfrontaliera e lo sviluppo di filiere innovative nel settore dell'idrogeno, la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha inoltre sottoscritto una *Letter of Support* a sostegno della proposta progettuale "North Adriatic Smart Communities Hydrogen Accelerator" (NASCHA), presentata da Area Science Park in qualità di capofila⁴³. Il progetto si propone di accelerare e rafforzare le azioni di innovazione transnazionale legate all'ecosistema dell'idrogeno nel Nord Adriatico, con un focus sulla validazione e dimostrazione di tecnologie per l'idrogeno rinnovabile nei territori di Croazia, Slovenia e Friuli Venezia Giulia. Sostiene lo sviluppo di un ecosistema interregionale dell'innovazione sull'idrogeno, promuovendo la creazione di una comunità di attori fondata sul modello della quadrupla elica (istituzioni, ricerca, imprese e cittadini), attraverso la realizzazione di cinque progetti pilota e la costituzione di alleanze locali. NASCHA contribuisce infine alla creazione di nuove catene del valore transfrontaliere per l'idrogeno rinnovabile, connettendo produzione, stoccaggio, trasporto e utilizzo, e favorendo la cooperazione tra regioni più e meno sviluppate.

4.2.7. LA PROGETTUALITÀ EUROPEA INTERREG

In maniera complementare rispetto alle iniziative e alle progettualità a diretta titolarità dell'Amministrazione regionale, si sono sviluppate sul territorio del Friuli Venezia Giulia ulteriori attività progettuali, supportate dallo strumento finanziario europeo di cooperazione territoriale Interreg, finalizzate a sostenere l'introduzione dell'idrogeno nel mix energetico e la costruzione della correlata filiera.

Il progetto "**A Multipurpose and Trans sectorial Hydrogen Support for decarbonized alpine Territories**" (AMETHYST)⁴⁴, coordinato dall'Agenzia per l'Energia di Auvergne Rhône-Alpes e finanziato nell'ambito del Programma Interreg Spazio-Alpino 2021-27, affronta le principali sfide che i territori alpini devono fronteggiare nel percorso di transizione energetica, con l'obiettivo di mitigare gli effetti del cambiamento climatico e tutelare le risorse naturali, preservando al contempo la propria attrattività economica spesso legata al turismo.

L'obiettivo generale dell'iniziativa è favorire la creazione di ecosistemi locali di idrogeno rinnovabile in un'area geografica definita, preparando il terreno per la futura possibile implementazione di Valli dell'Idrogeno alpine attraverso tre linee di intervento:

- Condivisione delle conoscenze tramite la creazione di una piattaforma digitale SKHYLINE per mappare le iniziative esistenti, identificare i bisogni dei territori e condividere le migliori pratiche;
- Sperimentazione e validazione, mediante l'applicazione di soluzioni a idrogeno in nove territori pilota distribuiti nei sette Paesi alpini, in un'ottica di replicabilità e diffusione dei modelli testati;
- Elaborazione di linee guida e raccomandazioni politiche rivolte alle autorità pubbliche, per integrare l'idrogeno rinnovabile negli strumenti di pianificazione energetica e climatica.

L'Agenzia Per l'Energia del Friuli Venezia Giulia (APE FVG) è il Partner regionale che, oltre ad aver sviluppato specifici output del progetto, coordina il progetto pilota "Ecosistema idrogeno Alta Valle del But" che mira a creare una filiera

⁴³ Nell'ambito dello Strand 2 dell'iniziativa europea "Supporto finanziario e consulenziale per investimenti in progetti di innovazione interregionale finalizzati allo sviluppo di catene del valore nelle regioni meno sviluppate".

⁴⁴ <https://www.alpine-space.eu/project/amethyst/>

locale completa (produzione, stoccaggio, trasporto e utilizzo) sfruttando l'energia rinnovabile in eccesso della cooperativa idroelettrica SECAB di Paluzza (Udine) per alimentare un gatto delle nevi del comprensorio sciistico dello Zoncolan e i mezzi del trasporto pubblico locale dell'area.

Nella conduzione del progetto pilota è stata favorita un'attività di networking con attori industriali, fornitori di tecnologie e produttori di gatti delle nevi a idrogeno, e istituzionali, tra cui l'Associazione italiana H2IT, nonché con organismi scientifici e della ricerca regionale, oltre a Fondazione Bruno Kessler, partner di progetto, e all'Agenzia per l'Energia e il Clima slovena di Podravje (Maribor).

Il progetto **“Transition to hydrogen fuelled cross-border sea-mobility” (TransH2)**⁴⁵, finanziato dal Programma Interreg Italia – Croazia 2021-2027 nell'ambito dell'obiettivo specifico 3.1 “sviluppare una rete TEN-T (rete Transeuropea dei Trasporti) intermodale, sicura, intelligente, resiliente ai cambiamenti climatici e sostenibile”, grazie al coordinamento dell'Università di Rijeka è sostenuto da otto partner progettuali (quattro enti italiani e quattro enti croati) tra cui l'Università di Trieste, il Cluster M.A.R.E. FVG e l'impresa Naval progetti di Trieste, oltre a quattro partner associati compresa la Regione. Intende migliorare la sostenibilità del trasporto marittimo transfrontaliero, proponendo soluzioni di applicazione e utilizzo di combustibili a idrogeno a emissioni zero, e trasferendo soluzioni innovative alle autorità portuali, agli operatori del trasporto e ad altri portatori di interesse nell'area adriatica. Sono inoltre promosse collaborazioni tra PMI ed enti di ricerca per l'elaborazione di azioni pilota dedicate all'utilizzo di tecnologie a idrogeno rinnovabile nel trasporto marittimo di passeggeri.

Il Progetto “H2READY”⁴⁶, sviluppato nell'alveo della Valle Idrogeno del Nord Adriatico, affronta la sfida chiave della transizione energetica nell'area transfrontaliera di Slovenia e Italia coinvolgendo i Comuni nello sviluppo e nell'implementazione di soluzioni a idrogeno. Finanziato dal Programma Interreg Italia-Slovenia 2021-27, mira a fornire agli enti locali gli strumenti per sviluppare il loro potenziale chiave come connettori tra esigenze energetiche, sviluppo delle infrastrutture e innovazione sociale oltre a definire e implementare un modello di governance per gli appalti congiunti, snellendo i processi e consentendo un'implementazione più efficiente delle soluzioni basate sull'idrogeno.

Tra i Partner italiani figurano CTS H2 e APE FVG che è coinvolta nelle tre fasi strategiche in cui si snoda il percorso progettuale:

1. Analisi e mappatura;
2. *Empowerment* dei Comuni, che prevede l'erogazione di attività di formazione ai tecnici comunali, lo sviluppo di un modello di appalto innovativo congiunto, e la stesura di otto Piani d'Azione comunali, grazie al supporto di APE FVG e dell'Agenzia locale per l'energia di Nova Gorica (Goriška Lokalna Energetska Agencija- Golea). I piani sono concepiti quali *roadmap* operative e includono analisi di fattibilità, cronoprogrammi e la descrizione di azioni concrete;
3. Consolidamento dei risultati, volto a garantire un impatto duraturo attraverso la creazione di un Masterplan strategico transfrontaliero per lo sviluppo dell'ecosistema idrogeno.

4.2.8 IL PROTOCOLLO DI INTESA “#IHUB FVG”

La Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, in virtù della legge regionale 28 dicembre 2023, n. 16⁴⁷, ha avviato nel 2024, grazie al Protocollo di Intesa sottoscritto il 31 maggio 2024 con il Ministero dell'Università e della Ricerca ed il Ministero delle Imprese e del Made in Italy, un insieme di progetti denominato “#Innovation HUB FVG” (#IHUB FVG), al fine di promuovere lo sviluppo economico e l'innovazione sul territorio. Tra gli interventi attuativi rientra anche il progetto “#IHUB FVG-AREA SCIENCE PARK”, che punta a rafforzare la competitività regionale attraverso tre ambiti principali, tra i quali l'Idrogeno e filiere energetiche prevedendo attività di ricerca e dimostrazione tecnologica per creare e consolidare le filiere dell'idrogeno.

⁴⁵ <https://www.italy-croatia.eu/web/transh2>

⁴⁶ <https://www.ita-slo.eu/it/h2ready>

⁴⁷ Art. 7, commi 67 e 68 della legge regionale 28 dicembre 2023, n.16 - Legge di stabilità 2024.

4.3 FORME DI COLLABORAZIONE E COOPERAZIONE RAFFORZATA

Le collaborazioni attivate a livello europeo, nazionale e interregionale rappresentano un fattore abilitante fondamentale per lo sviluppo dell'ecosistema dell'idrogeno in Friuli Venezia Giulia. Tali partenariati contribuiscono a:

- rafforzare la capacità amministrativa e tecnica delle strutture regionali impegnate nella gestione di politiche per l'energia e l'innovazione;
- facilitare il trasferimento di conoscenze e buone pratiche tra enti di ricerca, imprese e istituzioni europee e con altri territori;
- integrare strumenti di finanziamento complementari, massimizzando l'efficacia delle risorse regionali, nazionali e dell'Unione europea;
- promuovere la competitività del sistema regionale attraverso la partecipazione a reti interregionali e piattaforme internazionali;
- favorire la nascita di catene del valore interregionali e la scalabilità delle tecnologie a idrogeno sperimentate nei progetti regionali e transfrontalieri.

4.3.1 IL MEMORANDUM OF COOPERATION TRA CLEAN HYDROGEN PARTNERSHIP E LE AUTORITÀ DI GESTIONE FVG

Un passo significativo in termini di generazione di conoscenze e collaborazione reciproca a livello europeo nel settore idrogeno è stato compiuto dall'Amministrazione regionale, ed in particolare dalle Autorità di gestione Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) e Fondo sociale europeo Plus (FSE+) 2021-2027, che hanno risposto congiuntamente ad un apposito avviso pubblicato a giugno 2023 dall'impresa comune europea *Clean Hydrogen Joint Undertaking*⁴⁸.

A seguito della valutazione condotta sulle ventuno candidature eleggibili, la proposta del Friuli Venezia Giulia è stata selezionata, conducendo alla definizione e sottoscrizione a Bruxelles nel giugno 2024 di un *Memorandum of Cooperation* (MoC) tra le due Autorità di Gestione regionali e il Direttore esecutivo della *Clean Hydrogen Joint Undertaking*. L'accordo mira a facilitare e promuovere attività sinergiche nei campi del rafforzamento della capacità amministrativa, della gestione della conoscenza e dello sviluppo di strumenti di finanziamento destinati alla ricerca, innovazione e valorizzazione dei risultati nel settore dell'idrogeno.

Le attività previste nel MoC sono in fase di attuazione.

4.3.2 LE STRATEGIE MACROREGIONALI EUSAIR ED EUSALP

Nel quadro della cooperazione rafforzata e delle due strategie macroregionali dell'Unione europea cui partecipano l'Italia e la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, rispettivamente la Strategia per la Regione Adriatico-Ionica (EUSAIR), adottata nel 2014 e comprendente 10 Paesi⁴⁹, e la Strategia per la Regione Alpina (EUSALP), adottata nel 2015 e comprendente 7 Paesi e 48 Regioni⁵⁰ — il vettore idrogeno è entrato nelle agende dei Gruppi di lavoro tematici, incaricati di attuare i Piani di azione macroregionali.

La Regione Alpina si è affermata come un'area di avanguardia per l'idrogeno rinnovabile diventando un laboratorio di sperimentazione e attuazione delle tecnologie del settore. Tre delle sette Hydrogen Valleys di larga scala approvate da Clean Hydrogen Partnership (North Adriatic Hydrogen Valley - NAHV, Investment to Maximise the Ambition for Green Hydrogen in Europe - IMAGHyNE e Hydrogen Industrial Inland Valley - HI2) sono collocate nella macroarea alpina.

In particolare, nell'ambito del Gruppo di Azione 9. "Energia" di EUSALP, co-coordinato dalla Regione francese Auvergne-Rhône-Alpes e dalla Provincia Autonoma di Bolzano, è stata promossa l'iniziativa "Green Hydrogen for the Alps", che ha condotto alla definizione e sottoscrizione nel 2021 di Lettera di Intenti da parte di nove Regioni alpine, tra cui anche la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia. Tale documento sancisce la volontà di cooperare per la costruzione di un'agenda comune per l'innovazione volta ad accelerare l'adozione di soluzioni basate sull'idrogeno, rafforzare gli ecosistemi locali dell'idrogeno e costruire catene di valore interregionali. L'impegno condiviso tra i territori firmatari

⁴⁸ www.clean-hydrogen.europa.eu/media/news/call-expression-interest-receiving-technical-assistance-generate-synergies-clean-hydrogen-2023-06-06_en

⁴⁹ <https://www.adriatic-ionic.eu/about-eusair/>

⁵⁰ <https://www.alpine-region.eu/about/territories>

riguarda lo scambio di esperienze e conoscenze, lo sviluppo congiunto di soluzioni tecnologiche o organizzative, la promozione di programmi di istruzione superiore e formazione professionale, nonché la sperimentazione di tecnologie per il trasporto, con particolare riferimento al trasporto pesante su gomma. Il Focus Group H2, istituito all'interno del Gruppo di Azione 9. "Energia", concentra la propria attività sull'utilizzo dell'idrogeno come vettore energetico alternativo per il trasporto pesante. Tale impostazione ha portato a considerare importanti interventi infrastrutturali da realizzarsi sulle principali direttrici autostradali transalpine Monaco-Modena (Nord-Sud) e Trieste-Lione (Est-Ovest). Anche su proposta della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia sono stati inclusi tra gli ambiti di interesse anche logistica portuale e gli autoporti ed i settori industriali HTA.

Inoltre, la priorità tematica orizzontale "Accelerare la transizione energetica per una Regione alpina a impatto zero di carbonio", ha portato a condividere la necessità di rafforzare l'integrazione dell'idrogeno nelle politiche regionali, promuovere lo scambio di strategie per mobilitare i fondi europei destinati all'implementazione delle infrastrutture idrogeno del futuro e di rafforzare le competenze delle autorità locali e degli stakeholder locali per comprendere le sfide legate all'idrogeno e per avviare progetti locali in aree pilota. Tale azione coordinata ha portato all'approvazione di raccomandazioni politiche indirizzate al livello nazionale, interregionale e regionale.

Spostando l'orizzonte sull'area dell'Europa sud-orientale, la revisione del Piano originario della strategia macroregionale EUSAIR finalizzata a maggio del 2025⁵¹, in risposta agli obiettivi strategici della doppia transizione energetica e digitale e al nuovo piano di crescita per i Balcani occidentali, ha anche previsto un ruolo decisivo per l'idrogeno. Nell'ambito del Pilastro 2. "Trasporto ed Energia", e più specificatamente del Sotto Gruppo di lavoro tematico "Energia", coordinato dall'Italia, dalla Serbia e dalla Macedonia del Nord, la collaborazione intergovernativa è orientata alla formazione di un mercato integrato dell'energia con l'obiettivo della decarbonizzazione dei sistemi energetici all'anno 2050 e della competitività. A questo fine viene data anche priorità alla definizione di una *roadmap* per la produzione e introduzione dell'idrogeno nei sistemi dei Paesi della Regione Adriatico-Ionica. In tale quadro la Valle Idrogeno del Nord Adriatico funge da esperienza emblematica e trasferibile nei Balcani occidentali per la sperimentazione e la verifica di fattibilità delle tecnologie legate all'idrogeno.

⁵¹ Comunicazione della Commissione EU al Parlamento EU, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni COM(2025) 191 final del 07.05.2025 e Commission Staff Working Document- SWD(2025) 114 final del 07.05.2025.

5. LA VISIONE STRATEGICA

La visione strategica della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia per lo sviluppo dell'ecosistema idrogeno deriva dall'analisi dei punti di forza, debolezza, opportunità e minacce (SWOT) della filiera regionale, elaborata attraverso un approccio metodologico integrato che unisce l'analisi esterna e quella interna del contesto regionale e su cui sono state innestate le evidenze emerse dal processo di ascolto dei portatori di interesse sviluppatosi progressivamente nel corso degli ultimi tre anni.

L'analisi esterna è stata condotta impiegando come strumento di valutazione il quadro Politico, Economico, Sociale, Tecnologico, Ambientale e Legale (PESTEL) e per ciascuna dimensione di analisi sono stati considerati i principali driver di misurazione a livello regionale. In particolare, per l'ambito politico sono stati considerati l'allineamento tra politiche e obiettivi europei e nazionali e le priorità regionali, nonché le iniziative di cooperazione transfrontaliera e transnazionale e le reti infrastrutturali di interesse comune. Per i fattori economici si è valutata la dinamica dei costi energetici e delle materie prime, l'evoluzione dei prezzi lungo la catena del valore dell'idrogeno, le condizioni di accesso ai capitali e il potenziale di domanda nei settori finali. Sotto il profilo tecnologico si sono esaminati i livelli di maturità delle soluzioni e la loro prontezza alla produzione, l'interoperabilità con le infrastrutture esistenti, la standardizzazione e la sicurezza. La componente ambientale ha considerato la coerenza con gli obiettivi climatici, gli impatti lungo il ciclo di vita e i vincoli territoriali. Infine, per quanto attiene alla dimensione legale e regolatoria sono stati analizzati i requisiti per la qualificazione dei vettori (in particolare per l'idrogeno rinnovabile), le condizioni di accesso e connessione alle reti, nonché i procedimenti autorizzativi, di stoccaggio e di sicurezza, inclusi gli atti europei che incidono su costi e tempistiche dei progetti. In tale quadro si è tenuto conto dell'evoluzione globale e, in particolare, europea della filiera dell'idrogeno, dello stato di maturità tecnologica e soprattutto di mercato, delle dinamiche geopolitiche e competitive, nonché dello sviluppo infrastrutturale e dello stato di avanzamento dei progetti di dimensione internazionale potenzialmente sinergici con le ambizioni regionali.

L'analisi interna si è basata su una ricognizione sistematica degli investimenti, delle esperienze e delle progettualità in corso o pianificate lungo la potenziale catena del valore dell'idrogeno nel territorio del Friuli Venezia Giulia. Tale analisi è stata arricchita da processi strutturati di consultazione dei portatori di interesse che costituiscono una base informativa primaria per tracciare un quadro aggiornato delle capacità e delle esigenze del tessuto regionale.

Nel maggio 2022 l'Amministrazione regionale ha condotto una consultazione pubblica attraverso il proprio sito istituzionale, in vista della costituenda Valle dell'Idrogeno Nord Adriatico, al fine di mappare i soggetti pubblici e privati interessati o coinvolti nei segmenti di produzione, distribuzione, stoccaggio e utilizzo del vettore.

Inoltre, nell'ambito del progetto europeo "North Adriatic Hydrogen Valley", Area Science Park⁵² ha svolto una consultazione specifica volta a raccogliere e sintetizzare la percezione delle imprese del Friuli Venezia Giulia attive o interessate a entrare nel settore, con particolare attenzione alle forme di collaborazione tra sistema imprenditoriale e universitario. Il quadro della SWOT è stato ulteriormente definito tenendo conto delle risultanze della più recente rilevazione effettuata a maggio 2025. In particolare, proprio ai fini della redazione della presente strategia, l'Amministrazione ha trasmesso un questionario mirato a settanta enti pubblici e privati con sede in regione, già coinvolti o interessati alla filiera idrogeno a livello sia regionale che transfrontaliero, a cui hanno dato risposta soggetti appartenenti al mondo scientifico, della ricerca, imprenditoriale e istituzionale.

Accanto ai principali orientamenti individuati attraverso l'ascolto dei portatori di interesse, sono state enunciate le criticità strutturali che, se non gestite efficacemente e prontamente, rischiano di rallentare le opportunità di una scalabilità progettuale. In primo luogo, la disponibilità di fonti energetiche rinnovabili (FER) potrebbe rivelarsi insufficiente rispetto al fabbisogno regionale, ponendo un vincolo alla produzione di idrogeno rinnovabile e richiedendo una programmazione coordinata tra nuova capacità rinnovabile, flessibilità di rete e priorità d'uso. In secondo luogo, in particolare tra le PMI, potrebbero emergere *gap* informativi e di competenze nella gestione di impianti complessi e nei modelli di esercizio/*maintenance*, che richiedono percorsi mirati di *capacity building* e accompagnamento tecnico-operativo. Vanno inoltre considerati gli aspetti di localizzazione legati a vincoli territoriali e principi di accettabilità, che rendono necessario anticipare la pianificazione di aree idonee, favorire il riuso di siti industriali e promuovere co-

⁵² Al questionario online hanno risposto complessivamente 163 soggetti appartenenti all'area della North Adriatic Hydrogen Valley (NAHV), tra cui 86 imprese, 32 enti pubblici e organizzazioni di supporto alle imprese, e 45 tra università e centri di ricerca. Per quanto riguarda il territorio del Friuli Venezia Giulia, hanno completato il questionario 16 imprese.

localizzazioni con infrastrutture esistenti. Infine, l'attuale disomogeneità dell'accesso alla rete gas in alcune porzioni del territorio potrebbe richiedere soluzioni logistiche alternative (per il trasporto, lo stoccaggio e la distribuzione), con implicazioni su costi e affidabilità operativa.

Nel complesso, si evidenzia la necessità di costruire un "ponte" tra maturità istituzionale e maturità industriale, concentrando gli sforzi su casi d'uso ad alto impatto energetico-ambientale e con effettivo potenziale di scala, rafforzando la base rinnovabile e la flessibilità di rete coerentemente con la domanda prioritaria, attivando servizi immateriali, come la formazione mirata, l'assistenza tecnica, gli sportelli unici e *fast-track*, per ridurre eventuali criticità collegate alle procedure autorizzative e agli aspetti di localizzazione e colmare i *gap* di competenze nelle PMI.

5.1 IL PROCESSO DI ASCOLTO DEI PORTATORI DI INTERESSE REGIONALI

5.1.1 LA PRIMA CONSULTAZIONE PUBBLICA VERSO LA COSTRUZIONE DELLA VALLE IDROGENO DEL NORD ADRIATICO

Nel maggio 2022, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha avviato una consultazione pubblica al fine di mappare soggetti pubblici e privati interessati alla nascente Valle dell'Idrogeno del Nord Adriatico. Dall'indagine è emerso un ecosistema produttivo potenzialmente interessato all'idrogeno, composto da oltre 120 attori industriali, prevalentemente piccole e medie imprese, affiancate da grandi gruppi industriali, enti scientifici e della ricerca e della formazione, associazioni di categoria e amministrazioni locali.

In termini geografici, la distribuzione territoriale delle imprese ha evidenziato una netta polarizzazione nei poli di Udine e Trieste, confermando la centralità di questi territori nei processi di innovazione e nella localizzazione delle infrastrutture energetiche e logistiche.

Dal punto di vista settoriale, si osserva un'elevata presenza di aziende operanti nelle energie rinnovabili e nell'energia tradizionale, seguite da un nucleo consistente di imprese attive nei trasporti, nella metallurgia, nella chimica, nel settore petrolifero e del gas. Tale diversificazione settoriale testimonia una base industriale presente lungo l'intera catena del valore dell'idrogeno e già potenzialmente pronta ad accogliere e adattarsi alle tecnologie legate all'idrogeno, facilitando la creazione di sinergie intersettoriali per la decarbonizzazione.

In particolare, si osserva una concentrazione nelle fasi di utilizzo finale e produzione, accompagnata da una presenza significativa di attori industriali operanti nello stoccaggio, nella distribuzione e nella fornitura di tecnologie. Tale configurazione suggerisce l'esistenza di competenze diffuse e potenzialmente integrabili in una filiera regionale coesa e interoperabile.

Sul piano delle esigenze e delle priorità, le imprese hanno indicato quali principali necessità:

- una maggiore chiarezza normativa e strumenti di supporto regolatorio;
- un accesso facilitato a canali di finanziamento e incentivi specifici per la sperimentazione;
- lo sviluppo di competenze specialistiche, con particolare attenzione alla formazione tecnica e alla sicurezza;
- il rafforzamento delle reti di collaborazione tra industria, ricerca e pubblica amministrazione.

In questo contesto, un elemento trasversale emerso con forza tra i rispondenti ha riguardato la consapevolezza che la formazione e la valorizzazione del capitale umano rappresentano un fattore abilitante imprescindibile per la crescita della filiera.

Quanto all'impegno nello sviluppo progettuale nel settore, oltre due terzi delle imprese dichiaravano di essere già coinvolte o interessate a sviluppare progetti legati all'idrogeno, seppur con gradi di maturità differenti. Le iniziative citate con frequenza riguardavano la produzione e distribuzione della molecola e la realizzazione di reti infrastrutturali, seguite da progetti di ricerca applicata, nuove tecnologie per la mobilità e soluzioni per la generazione distribuita.

Infine, è emersa un'attenzione particolare alle tecnologie chiave, verso gli elettrolizzatori e le celle a combustibile. Tale orientamento dimostra una propensione orientata verso la produzione di idrogeno rinnovabile e l'adozione di tecnologie essenziali per la sua utilizzazione diffusa.

5.1.2 L'INDAGINE QUALITATIVA DEL PROGETTO PRIN “TAGS”

Un contributo significativo nell'approfondimento condotto dall'Amministrazione regionale sulla percezione, le barriere e le opportunità legate allo sviluppo dell'idrogeno nel territorio è pervenuto dall'indagine qualitativa promossa nel 2024 da Skopia Anticipation Studies e dall'Università degli Studi di Trento nell'ambito del progetto PRIN “Towards an Anticipatory Governance System” (TAGS).

Attraverso interviste condotte con rappresentanti del sistema istituzionale, produttivo e della conoscenza del territorio regionale sono state identificate alcune linee di indirizzo. In primo luogo, emerge la necessità di rafforzare la consapevolezza dell'opinione pubblica e migliorare la comunicazione istituzionale sui temi della transizione energetica e del ruolo dell'idrogeno come vettore prioritario, affinché cittadini e imprese – in particolare le PMI – possano coglierne pienamente i benefici economici e industriali di medio-lungo periodo.

Un secondo ambito riguarda il rafforzamento della *governance* e del coordinamento di filiera, al fine di superare la frammentazione progettuale e promuovere iniziative integrate che connettano efficacemente produzione, trasporto, stoccaggio e utilizzi finali, in coerenza con le priorità industriali regionali.

Viene inoltre evidenziata la necessità di definire una pianificazione infrastrutturale chiara e prevedibile, quale elemento essenziale per orientare gli investimenti privati, specialmente nei settori energivori e nella logistica portuale. In questo contesto, la definizione di un quadro di riferimento coordinato con i Corridoi europei dell'idrogeno è considerata una condizione abilitante per consolidare il ruolo del Friuli Venezia Giulia come nodo strategico del Sud-Est europeo.

Infine, l'indagine riconosce l'importanza di sviluppare competenze e capacità progettuali, in particolare a beneficio delle PMI, attraverso la messa in dotazione di programmi di formazione avanzata, assistenza tecnica e strumenti di accompagnamento per l'accesso ai finanziamenti e alle certificazioni necessarie.

5.1.3 IL QUESTIONARIO MIRATO PER LA DEFINIZIONE DELLA STRATEGIA REGIONALE PER L'IDROGENO

Nel mese di maggio 2025 la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha somministrato ad un ventaglio di portatori di interesse selezionati un apposito questionario al fine di indagare la preparazione del territorio e degli attori regionali di riferimento alla definizione di una Strategia regionale per l'idrogeno quale azione specifica del Piano energetico regionale (PER). Le 33 risposte raccolte sono espressione di un campione eterogeneo, rappresentativo della filiera regionale, composto da imprese, enti di ricerca e Università, enti pubblici/partecipate/agenzie e Cluster/consorzi/associazioni che coprono l'interna catena del valore (ricerca e sperimentazione, progettazione e servizi, prime applicazioni industriali e nei trasporti, aspetti regolatori e infrastrutturali) ed i comparti dell'energia, servizi, trasporto pubblico, siderurgia, chimica, navale, portualità e logistica.

La lettura incrociata dei risultati collezionati restituisce l'immagine di un ecosistema regionale che ha già intrapreso una traiettoria credibile di sviluppo verso l'idrogeno, grazie a un quadro di politiche e pianificazione percepito come chiaro e ad una capacità amministrativa in grado di attivare e indirizzare le risorse disponibili. In questo contesto, la collaborazione tra imprese ed enti di ricerca emerge come fattore ricorrente di vantaggio competitivo, in particolar modo nelle fasi di sviluppo pre-industriale, di validazione tecnologica e di definizione di casi d'uso con ricadute concrete sul territorio.

Il posizionamento geografico e la vocazione logistica della Regione, insieme alla presenza di infrastrutture strategiche e alla possibilità di riutilizzo e/o riconversione di asset esistenti della rete gas, vengono letti come leve per ridurre tempi e costi di implementazione, favorendo approcci *brownfield* e l'innesto dell'idrogeno in nodi portuali, industriali e della mobilità. Questa combinazione di fattori contribuisce a creare un contesto abilitante per progetti pilota e prime applicazioni scalabili.

Rispetto alla scala di priorità attribuita alle principali linee di azione della Strategia Nazionale Idrogeno, sul fronte della produzione, emerge la centralità dell'incentivazione dell'idrogeno rinnovabile, sia di origine non biologica che biologica, insieme alla valorizzazione e al rafforzamento delle *Hydrogen Valleys* anche in aree portuali e aeroportuali, considerate elementi cardine per lo sviluppo territoriale e per la connessione tra produzione e domanda locale. Si rileva inoltre l'importanza di favorire, a livello nazionale, lo *scale-up* delle iniziative avviate, così da consolidare un quadro coordinato di progetti e filiere capace di sostenere la crescita di una capacità produttiva stabile e competitiva anche su scala interregionale. Dal punto di vista infrastrutturale, si evidenzia l'esigenza di regolamentare e promuovere l'uso

dell'idrogeno negli *hub* logistici, porti, interporti e aeroporti, seguita dalla necessità di sviluppare un sistema di certificazione adeguato.

Per quanto riguarda la domanda industriale, prevale l'esigenza di creare una domanda strutturale per l'idrogeno rinnovabile e *low carbon*, sostenendo al contempo progetti pilota e iniziative di *scaling-up* capaci di accelerare l'integrazione dell'idrogeno nei processi produttivi regionali.

Nel comparto dei trasporti emerge con forza la necessità di rafforzare la filiera industriale per la realizzazione di tecnologie e mezzi a idrogeno, seguita, seppur in misura più contenuta, dalla progressiva infrastrutturazione dei porti, a conferma del ruolo del settore logistico e marittimo nella Regione, e in terzo ordine dal piano di sviluppo di una rete di stazioni di rifornimento per l'idrogeno.

Dall'indagine si rileva inoltre un orientamento condiviso sulle leve di accompagnamento e sulle azioni di supporto ritenute più efficaci per favorire la realizzazione dei progetti legati all'idrogeno. I rispondenti attribuiscono particolare rilievo all'investimento in ricerca e innovazione, seguito dalla necessità di condurre analisi costi-benefici approfondite per orientare in modo razionale gli investimenti e massimizzare l'efficacia delle risorse disponibili. Si conferma inoltre l'importanza di fare sistema tra aziende produttrici e *off-taker*, creando filiere locali in grado di generare domanda stabile e casi d'uso concreti.

Per quanto riguarda il ruolo della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, si registra una convergenza significativa sull'esigenza di favorire la collaborazione tra imprese, organismi di ricerca e istituzioni, promuovendo un ecosistema dell'innovazione integrato e orientato al trasferimento tecnologico. Viene altresì riconosciuto come prioritario l'impegno regionale nel concedere contributi per la fase di investimento (CAPEX), a sostegno delle iniziative emergenti lungo la filiera dell'idrogeno.

5.2 LA MATRICE SWOT

In esito all'impianto metodologico adottato, la SWOT integra in modo trasparente e coerente i due livelli di analisi. Il profilo esterno identifica opportunità e minacce che discendono dai fattori sistemici definendo il perimetro entro cui la filiera dell'idrogeno può svilupparsi. Il profilo interno, alimentato dalla ricognizione degli investimenti e delle progettualità regionali e, soprattutto, dalle rilevazioni promosse dall'Amministrazione regionale e da Area Science Park qualifica con evidenza empirica i punti di forza e di debolezza del territorio (risorse, competenze, infrastrutture e capacità progettuale). La convergenza tra questi due piani rende la matrice uno strumento operativo per orientare le priorità e gli indirizzi della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, valorizzando gli asset regionali e allineando le scelte alle condizioni di contesto che possono accelerare o ritardare lo sviluppo della filiera.

Punti di forza	Punti di debolezza
<ul style="list-style-type: none"> • Quadro normativo e di pianificazione avanzato per la transizione energetica • Presenza di una società regionale che fornisce supporto tecnico per la transizione energetica e sviluppo sostenibile (FVG Energia S.p.A.) • Capacità della Regione di programmare e attivare fonti di finanziamento diversificate e complementari a livello regionale, nazionale ed europeo • Efficienza amministrativa e snellezza delle procedure autorizzative • Presenza di un tessuto imprenditoriale già attivo nei settori tecnologici e produttivi legati all'idrogeno • Collaborazione consolidata tra imprese, università e centri di ricerca sulla base di un sistema di ricerca e innovazione regionale avanzato • Ecosistema infrastrutturale integrato e ruolo di piattaforma logistica strategica • Presenza di infrastruttura di rete gas • Posizionamento geopolitico strategico tra Europa centrale e sud-orientale • Integrazione dell'idrogeno nelle politiche regionali di mobilità sostenibile (introduzione idrogeno nel TPL) 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitata produzione di energia da fonti rinnovabili rispetto al fabbisogno regionale e limitata disponibilità di risorse rinnovabili con basso fattore di produzione • Scarsa conoscenza degli strumenti e delle opportunità di supporto nel settore idrogeno • Competenze tecniche e gestionali ancora limitate nelle PMI locali • Difficoltà nell'individuazione e localizzazione delle aree per nuovi impianti • Eterogeneità territoriale dovuta alla presenza di aree non metanizzate
Opportunità	Minacce
<ul style="list-style-type: none"> • Sviluppo di collaborazioni interregionali, transfrontaliere e macroregionali per la filiera idrogeno • Decarbonizzazione e riposizionamento competitivo delle filiere Hard-to-Abate • Integrazione dell'idrogeno nei sistemi di trasporto e nella mobilità pesante • Sviluppo di un <i>hub</i> regionale per l'importazione e la logistica dell'idrogeno • Accesso a strumenti finanziari europei dedicati alla transizione energetica e industriale 	<ul style="list-style-type: none"> • Quadro normativo e ambientale in continua evoluzione • Rischio di frammentazione istituzionale e di carenza di coordinamento multilivello tra i vari attori • Elevati costi di investimento e operatività dell'idrogeno • Instabilità geopolitica e volatilità dei mercati energetici internazionali • Competizione extraeuropea per le industrie energivore e Hard-to-Abate • Incertezza nella realizzazione dei grandi progetti infrastrutturali transnazionali • Assenza di una pianificazione unitaria dei flussi logistici e delle infrastrutture di rifornimento • Rischio di marginalizzazione a causa dell'accelerazione delle importazioni di idrogeno da parte del Nord Europa • Scarsa prevedibilità dei mercati globali e degli Investimenti Diretti Esteri (IDE) • Rischi di accettabilità sociale legati alla percezione di sicurezza e impatto territoriale

Tabella 5.1: Analisi SWOT

5.2.1 I PUNTI DI FORZA

- Normativa e pianificazione regionale a sostegno del raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione e dello sviluppo di un'economia basata sull'idrogeno:
 - FVGreen (Legge regionale 4/2023) fissa gli obiettivi di decarbonizzazioni al 2045;
 - Piano energetico regionale (PER) contenente cinque azioni dedicate all'idrogeno;
- Costituzione nel 2023 di "FVG Energia S.p.A.", avente quale unico socio la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, che svolge anche attività di supporto tecnico per la programmazione e per la pianificazione energetica di competenza regionale e di formazione sulle tematiche energetiche, ambientali e della mobilità sostenibile;
- Capacità della Regione di programmare e attivare con ricadute concrete a beneficio di enti ed imprese del territorio regionale strumenti diversificati di finanziamento che integrano in maniera sinergica e complementari risorse regionali, nazionali ed europee:
 - Direzione centrale attività produttive e turismo - Avviso pubblico⁵³ finalizzato alla selezione di "Progetti bandiera" relativi alla produzione di idrogeno rinnovabile in aree dismesse tramite la realizzazione di impianti di produzione sul territorio regionale: allocati 10 milioni di euro di risorse statali e 5 milioni di euro di risorse regionali;
 - Direzione centrale lavoro, formazione, istruzione e famiglia - Avviso pubblico⁵⁴ e impegno di circa 11,2 milioni di euro di risorse regionali. Sono stati approvati⁵⁵ cinque progetti di infrastrutture di ricerca per l'idrogeno presentati da Associazioni Temporanee di Scopo (ATS) composte da enti del Sistema Scientifico e dell'Innovazione (SiS FVG);
 - Direzione centrale lavoro, formazione, istruzione e famiglia - Avviso pubblico⁵⁶ per la selezione di progetti di ricerca nel settore dell'idrogeno rinnovabile con un'allocazione di 4,7 milioni di euro di risorse regionali quale misura complementare all'Avviso pubblico soprarichiamato dedicato alla creazione o all'ammodernamento di infrastrutture di ricerca.
- Efficienza nelle procedure di autorizzazione dell'Amministrazione Regionale:
 - Le aziende vedono positivamente l'installazione di impianti di produzione in regione, vista la performance positiva della Regione nel concludere entro i termini previsti l'iter autorizzatorio;
- Imprese attive nel settore:
 - La Regione vanta una base di imprese già operanti nei settori tecnologici legati all'idrogeno e interessate ad avviare progetti inerenti all'idrogeno;
 - È presente una base di imprese che già oggi producono idrogeno funzionale ai propri bisogni produttivi.
- Collaborazione imprese-ricerca, valorizzata dalla presenza di importanti competenze scientifiche nella Regione:
 - Esistenza di un Sistema Scientifico e dell'Innovazione (SiS FVG), quale network integrato che riunisce ventuno istituzioni attive in ambito di ricerca, sviluppo e innovazione e basato su specifico Accordo tra il Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale (MAECI), il Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR) e la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia che prevede il coordinamento e la valorizzazione delle collaborazioni tra enti scientifici e dell'innovazione e tra questi e le imprese anche nel settore idrogeno;

⁵³ Approvato con Delibera di Giunta regionale 1072/2025 ai sensi della legge regionale 10 agosto 2023 n.13 (Assestamento di bilancio per gli anni 2023-2025)

⁵⁴ Ai sensi della legge regionale 10 agosto 2023 n.13 (Assestamento di bilancio per gli anni 2023-2025), art. 7, commi da 14 a 15-bis.

⁵⁵ Delibera di Giunta regionale 1032/2024.

⁵⁶ Delibera di Giunta regionale 1121/2025, ai sensi della legge regionale 20 marzo 2000, n. 7, art. 30, comma 2 e della legge regionale 10 agosto 2023 n.13 (Assestamento di bilancio per gli anni 2023-2025), art. 7, commi da 14 a 15-bis.

- Presenza di infrastrutture di ricerca che abilitano la capacità di creare un ponte con l'ecosistema imprenditoriale e di imprese che hanno la capacità di dialogare con gli enti di ricerca;
 - Esistenza del Cluster tecnologico regionale *Maritime, Aerospace, Renewable Energies* (M.A.R.E. FVG) che ha lo scopo di favorire e sviluppare la ricerca scientifica, anche applicata, lo sviluppo tecnologico e la formazione, anche professionale, nonché la diffusione dei risultati, anche nel settore delle energie rinnovabili compreso l'idrogeno.
- Naturale piattaforma logistica e presenza di infrastrutture:
 - la Regione dispone di infrastrutture strategiche, quali porti, interporti e reti energetiche, che possono supportare la distribuzione dell'idrogeno e permettere interconnessione, scambi e ridondanza con altre future *Hydrogen Valley*;
 - Il territorio regionale è interessato da tre Corridoi di trasporto transeuropei.
- Presenza di un'infrastruttura di distribuzione del gas diffusa sul territorio regionale ad uso abitativo e industriale;
- Posizionamento geopolitico a livello europeo:
 - La Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia detiene una posizione strategica di ponte tra Europa centrale ed Europa sud-orientale che favorisce la collaborazione su scala transfrontaliera e transnazionale. Si evidenzia che il progetto europeo NAHV è stato individuato come *flagship* a livello europeo per l'area dell'Europa sud-orientale;
- Il Programma Rinnovo Evolutivo Parco Mezzi Trasporto Pubblico Locale (PREPM-TPL) contempla l'utilizzo di idrogeno nel TPL.

5.2.2 I PUNTI DI DEBOLEZZA

- Produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili (FER) minore del fabbisogno energetico regionale e scarsità di risorse rinnovabili addizionali e, comunque, con un fattore di produzione (energia prodotta per unità di potenza installata) inferiore rispetto ad altre zone d'Italia e del Sud Europa;
- Carenza conoscitiva sulle opportunità e sugli strumenti di supporto in ambito idrogeno:
 - le imprese locali non sempre sono consapevoli delle agevolazioni fiscali, dei fondi disponibili, delle progettualità collaborative e dei network attivi nel settore.
- Limitate competenze nelle PMI locali per gestire impianti complessi:
 - difficoltà nell'indirizzare la formazione specialistica necessaria ai propri dipendenti;
 - difficoltà nell'acquisire competenze avanzate in un settore altamente tecnico come quello dell'idrogeno.
- Difficoltà nella localizzazione degli impianti:
 - la ricerca di aree adeguate a installare gli impianti di idrogeno è rallentata da vincoli legati alla disponibilità di terreni in regione.
- Presenza di aree non metanizzate, ubicate prevalentemente nella zona montana del territorio regionale che presentano un'eterogeneità rispetto alle modalità di approvvigionamento energetico:
 - Impossibilità di attuare una miscelazione di diversi tipi di gas all'interno della rete di distribuzione (*blending*) e necessità di individuare nuove soluzioni per lo sviluppo energetico sostenibile attraverso l'impiego di fonti rinnovabili e a basse emissioni.

5.2.3 LE OPPORTUNITÀ

- Trasformazione industriale delle filiere:
 - l'idrogeno può essere un elemento centrale per decarbonizzare le filiere Hard-to-Abate (HTA), come acciaio, chimica, vetro, carta, e per favorirne un posizionamento competitivo all'interno di nuove catene del valore sostenibili;
 - Sfruttare il Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) per creare un vantaggio competitivo per le filiere HTA sostenibili, mitigando lo svantaggio competitivo, nel mercato europeo, per le aziende che investono in decarbonizzazione.⁵⁷
- Integrazione dell'idrogeno nei sistemi di trasporto in coerenza con l'evoluzione della tecnologia a livello internazionale e degli obblighi europei per l'immissione a consumo di combustibili rinnovabili di origine non-biologica (RFNBO):
 - Passaggio consistente di mezzi pesanti che saranno anche ad idrogeno;
 - Possibili opportunità nel settore navale e della nautica.
- *Hub* regionale di importazione:
 - La propria posizione geografica consente alla Regione di integrarsi nei corridoi di importazione dell'idrogeno, creando un *hub* logistico di riferimento per l'Europa centrale e Sud-orientale anche in sinergia con le pipelines europee e con il "South H2 Corridor".
- Sostegno a livello europeo all'introduzione dell'idrogeno nei processi di decarbonizzazione a livello industriale e nel settore dei trasporti attraverso strumenti finanziari dedicati.
- Rafforzamento del sistema del Nord Est italiano attraverso collaborazioni interregionali e sviluppo di possibili sinergie a livello macroregionale con partner transfrontalieri e transnazionali, creando economie di scala volte alla costruzione di una filiera idrogeno integrata.

5.2.4 LE MINACCE

- Quadro normativo e ambientale in evoluzione:
 - Le normative in continuo aggiornamento, ad esempio atti delegati dell'UE per le diverse forme di idrogeno rinnovabile, a basse emissioni e di origine biologica, possono creare incertezze per gli investitori, rallentando lo sviluppo delle filiere e l'adozione dell'idrogeno da parte dei consumatori;
 - Le normative che richiedono impianti in aree isolate possono limitare la disponibilità di terreni idonei.
- Frammentazione degli sforzi:
 - L'assenza di un coordinamento efficace tra i vari attori e i diversi livelli di governo oltre a quello assicurato a livello regionale (Amministrazione nazionale, imprese, enti di ricerca) potrebbe ridurre l'efficacia delle iniziative;
- Problemi di costo che rendono i progetti finanziariamente poco attraenti:
 - La scarsità di risorse per coprire i costi di investimento (CAPEX) e quelli operativi dell'idrogeno (OPEX) rappresentano un ostacolo significativo;
 - Il costo dell'idrogeno prodotto è ancora molto alto rispetto alle alternative tradizionali (come il gas naturale e il petrolio) e i margini di profitto sono insufficienti a coprire i costi operativi;

⁵⁷ A partire dal 2026, il CBAM introdurrà delle tariffe per l'importazione delle merci in Europa (in prima istanza limitatamente ad acciaio, chimica, cemento e idrogeno) in funzione: i. delle emissioni emesse per la loro produzione nei paesi di provenienza; ii. della differenza tra i sistemi di tassazione delle emissioni di CO₂.

- Dipendenza dalle tecnologie ancora non mature;
- Gli atti delegati dell'UE relativi all'idrogeno, che impongono vincoli di addizionalità e contemporaneità degli approvvigionamenti di energia elettrica rinnovabile da destinare a elettrolisi, aumentano significativamente i costi di produzione.
- Instabilità geopolitica e forte volatilità dei costi delle commodity energetiche tradizionali;
- Forte competizione extraeuropea sulle attività energivore e HTA dovuta agli eccessivi costi energetici:
 - Alcune attività energivore e HTA stanno incontrando una crisi strutturale e a tratti irreversibile in Europa a causa degli eccessivi costi energetici (tre-cinque volte superiori rispetto ad altri contesti extra-europei).
- Incertezza per i grandi progetti infrastrutturali transnazionali ed esteri;
- Mancanza di pianificazione unitaria su vasta scala dei flussi di traffico:
 - Poca chiarezza rispetto alla pianificazione delle infrastrutture di rifornimento ad idrogeno a livello di grandi assi della logistica.
- Accelerazione delle importazioni dell'idrogeno da parte del Nord Europa che sta occupando potenziali spazi di mercato;
- Incertezza sui mercati internazionali dell'idrogeno:
 - Non vi è certezza rispetto agli Investimenti Diretti Esteri (IDE) dei grandi progetti di produzione di idrogeno per esportazione, sia in termini di volumi che di tipologia di vettore.
- Difficoltà nell'accettazione sociale:
 - La questione della sicurezza e la percezione del rischio legato all'idrogeno potrebbero alimentare resistenze sociali e limitare l'accettazione di nuovi impianti.

5.3 IL QUADRO STRATEGICO

Le analisi condotte conducono alla definizione di otto obiettivi strategici che la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia si prefigge di perseguire per sostenere lo sviluppo della filiera dell'idrogeno. Tali obiettivi si collocano in coerenza con il target di completa decarbonizzazione regionale al 2045 delineato dal Piano energetico regionale (PER) e con la vocazione industriale, in particolare manifatturiera, del territorio, valorizzandone il posizionamento geopolitico quale snodo fra Europa centrale e sud-orientale.

L'impostazione strategica regionale fa leva sullo slancio delle iniziative già avviate e le assume come base per ampliare le opportunità, rafforzare nel medio-lungo periodo il vantaggio competitivo del sistema produttivo e attrarre investimenti qualificati. In questa prospettiva, gli obiettivi mirano a:

- promuovere l'integrazione lungo la filiera tecnologica per consolidare un ecosistema regionale sinergico;
- favorire progettualità capaci di raccordare domanda e offerta colmando gli attuali fallimenti di mercato;
- assicurare chiarezza e prevedibilità in merito alla futura dotazione infrastrutturale della Regione, quale presupposto per decisioni d'investimento certe e coerenti.

Contestualmente, il quadro strategico intende valorizzare i punti di forza locali (poli industriali HTA con domanda potenziale elevata, un sistema scientifico di eccellenza, infrastrutture logistiche e un sistema portuale di rilievo nazionale e internazionale) trasformandoli in leve di competitività e innovazione. Il posizionamento punta, inoltre, a cogliere le opportunità offerte dai progetti di comune interesse europeo sull'idrogeno e dalle nuove catene del valore energetiche globali, collocando il Friuli Venezia Giulia tra gli attori protagonisti nella costruzione del mercato dell'idrogeno.

SVILUPPARE L'ECOSISTEMA INTEGRATO DELL'IDROGENO NELLA REGIONE

- 1 Promuovere la produzione di idrogeno rinnovabile e a basse emissioni di carbonio
- 2 Accelerare l'adozione dell'idrogeno nei settori industriali energivori e Hard-to-Abate
- 3 Sviluppare una filiera interdisciplinare regionale dell'idrogeno
- 4 Avviare la distribuzione dell'idrogeno
- 5 Sviluppare la supply chain dell'idrogeno
- 6 Supportare lo sviluppo dell'idrogeno nel settore trasporti
- 7 Migliorare le competenze e sviluppare percorsi di istruzione e formazione
- 8 Rafforzare il posizionamento della Regione su scala nazionale, europea, e internazionale

Figura 5.1: Il Framework strategico dell'analisi

5.3.1 IL MACRO-OBIETTIVO “SVILUPPARE L'ECOSISTEMA INTEGRATO DELL'IDROGENO NELLA REGIONE”

In coerenza con gli indirizzi del Piano energetico regionale (PER), il macro-obiettivo consiste nello sviluppo di un ecosistema integrato dell'idrogeno in cui le componenti di filiera (produzione, trasporto, distribuzione, stoccaggio e usi finali) risultino interconnesse e, soprattutto, in cui la filiera tecnologica, dalla ricerca al trasferimento verso l'industria, operi in modo coordinato per generare un indotto industriale radicato sul territorio in grado di cogliere le opportunità dei mercati internazionali.

L'integrazione tra conoscenza scientifica, capacità industriali e programmazione infrastrutturale è intesa come leva per accelerare l'innovazione, stabilizzare le catene di fornitura locali e rafforzare la competitività regionale nei mercati europei. In tale prospettiva, l'impiego dell'idrogeno nelle industrie, in particolare nei comparti difficili da decarbonizzare, è considerato un fattore di vantaggio competitivo lungo le catene del valore, in grado di migliorare performance ambientali e posizionamento commerciale delle imprese. La collaborazione strutturata secondo l'approccio della quadrupla elica (amministrazioni, università e centri di ricerca, imprese, società civile) e la cooperazione transfrontaliera nell'ambito della Valle dell'Idrogeno del Nord Adriatico con Slovenia e Croazia costituiscono piattaforme per generare sinergie ed economie di scala, valorizzando le specificità territoriali e il ruolo della Regione nella costruzione del mercato dell'idrogeno. La trasparenza e le azioni di informazione, la comunicazione dei risultati delle progettualità sono assunte come principi strategici per consolidare la fiducia dei portatori di interesse e amplificare le opportunità di sviluppo dell'intero ecosistema regionale.

5.3.2 GLI OBIETTIVI STRATEGICI

In coerenza con le caratteristiche e la vocazione del territorio regionale, sono stati individuati i seguenti obiettivi strategici che mirano a fornire gli indirizzi sostenuti dalla Regione per lo sviluppo dell'ecosistema dell'idrogeno regionale.

OBIETTIVO 1. PROMUOVERE LA PRODUZIONE DI IDROGENO RINNOVABILE E A BASSE EMISSIONI DI CARBONIO

In linea con le politiche europee e nazionali, la Regione considera la produzione di idrogeno rinnovabile prioritaria. Tuttavia, dato il limitato potenziale del territorio regionale nella produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili (elettriche e di origine biologica⁵⁸), dei differenti costi di produzione e della già presente produzione di idrogeno da fonte fossile, è ragionevole ritenere che anche la produzione di idrogeno a basse emissioni di carbonio rappresenterà un'alternativa percorribile per il territorio regionale.

Indirizzi strategici:

- Favorire l'incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili sul territorio regionale, accelerando la diffusione delle fonti energetiche a più alto potenziale ovvero realizzando il *revamping* degli impianti esistenti, al fine di garantire la disponibilità di energia elettrica pulita necessaria per la produzione di idrogeno rinnovabile;
- Individuare le aree maggiormente vocate allo sviluppo dei poli di produzione di idrogeno, tenendo conto dell'infrastruttura di distribuzione del gas, della vicinanza alle principali aree industriali e agli assi logistici e dell'utilizzo di superfici agricole in conformità a quanto già previsto dai piani e indirizzi regionali, al fine di ottimizzare i costi di connessione e assicurare la disponibilità di idrogeno agli utilizzatori, garantendo la piena coerenza con gli esistenti strumenti di pianificazione regionale;
- Valutare l'adozione di strumenti di sostegno e incentivi, complementari a quelli adottati a livello europeo e nazionale, contribuendo a mitigare le barriere economiche legate ai costi di avvio e a stimolare la bancabilità dei progetti nel pieno rispetto della normativa europea e nazionale, anche in materia di aiuti di Stato, e del correlato principio di sussidiarietà;
- Valutare soluzioni idonee per l'uso di idrogeno nelle aree non servite dalla rete gas.

OBIETTIVO 2. ACCELERARE L'ADOZIONE DELL'IDROGENO NEI SETTORI INDUSTRIALI ENERGIVORI E HARD-TO-ABATE

Le aziende energivore e i settori difficili da decarbonizzare HTA, ad esempio acciaio, chimica, vetro, carta, sono le prime a essere chiamate alla riduzione delle emissioni di CO₂. Considerato tale impegno e gli importanti volumi energetici di cui necessita, il settore industriale HTA viene considerato il primo e primario potenziale consumatore di idrogeno.

È importante sottolineare che le decisioni di investimento sull'idrogeno nelle filiere industriali devono considerare congiuntamente le dinamiche ambientali e regolatorie e gli effetti sulla struttura dei costi e sul posizionamento competitivo nelle catene del valore internazionali. Se da un lato, tali filiere sono soggette a vincoli di costo derivanti dall'EU *Emissions Trading System* (ETS), dall'altro scontano un'asimmetria competitiva rispetto a produzioni e importazioni extra-UE, in un contesto geopolitico oggi non pienamente allineato agli obiettivi di sostenibilità climatica. In questo quadro, meccanismi come il *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) sono concepiti per favorire le produzioni a minore impatto nel mercato interno europeo e per attenuare le asimmetrie competitive nelle esportazioni, contribuendo a più eque condizioni di parità ("level playing field").

Indirizzi strategici:

- Introdurre strumenti regionali a supporto degli investimenti iniziali (CAPEX) per la produzione di idrogeno rinnovabile a servizio del sistema produttivo regionale, con particolare attenzione ai settori industriali ad alta intensità energetica e difficili da decarbonizzare, nonché misure per ridurre i costi operativi (OPEX) laddove compatibili con gli strumenti e la normativa nazionale ed europea;
- Assicurare una visione di lungo termine, in coerenza con l'Asse portante 5 "Promuovere la transizione energetica e sostenibile delle imprese manifatturiere del FVG" dell'Agenda FVG Manifattura 2030 per orientare le politiche regionali di promozione e sostegno allo sviluppo industriale.

⁵⁸ Coerentemente con la normativa europea

OBIETTIVO 3. SVILUPPARE UNA FILIERA INTERDISCIPLINARE REGIONALE DELL'IDROGENO

Diverse tecnologie e applicazioni per l'idrogeno possono considerarsi potenzialmente mature per l'immissione sul mercato; tuttavia, occorre ancora garantire i necessari investimenti ai vari livelli di maturità tecnologica (TRL) per incrementare l'efficienza energetica e ridurre i costi dell'intera filiera così da aumentare la competitività del vettore rispetto ad altri combustibili fossili.

Tenuto conto della multidisciplinarietà e della caratterizzazione del sistema scientifico regionale, della collaborazione strutturata tra gli enti scientifici e di ricerca aventi sede in regione e in continuità con la realizzazione dei cinque poli di infrastrutture di ricerca idrogeno sostenuta con risorse regionali, un'attenzione particolare sarà riservata alla fase di sperimentazione e prova di nuove tecnologie avanzate da portare sul mercato.

Indirizzi strategici:

- Promuovere la ricerca di base, industriale, lo sviluppo e l'innovazione sull'idrogeno attraverso un confronto strutturato, una collaborazione tra impresa ed enti di ricerca/università, attraverso lo sviluppo di modelli di Open Innovation per orientare la specializzazione del Friuli Venezia Giulia e per colmare i *gap* tecnologici nei segmenti di filiera produttiva maggiormente scoperti (produzione e/o stoccaggio, e/o distribuzione e/o utilizzo dell'idrogeno);
- Sviluppare e potenziare la dotazione di infrastrutture di ricerca distribuita sul territorio regionale, articolata in laboratori specializzati volti all'evoluzione di tecniche e soluzioni innovative per l'intera catena del valore dell'idrogeno e sui diversi filoni applicativi individuati di concerto con il sistema industriale;
- Sviluppare strumenti di accelerazione per il trasferimento delle tecnologie sul mercato per la sostenibilità economica a lungo termine, al fine di consentire la replicabilità delle innovazioni sul mercato;
- Accrescere e integrare la competitività dell'intero sistema regionale nel settore dell'idrogeno rinnovabile mediante l'attivazione di ricerche collaborative di interesse per la comunità scientifica e per le imprese lungo l'intera catena di valore dell'idrogeno, favorendo pertanto la creazione delle filiere e l'attrazione di investimenti;
- Favorire l'emergere di iniziative orientate all'innovazione tecnologica e alla sperimentazione, anche attraverso possibili forme di riconoscimento e valorizzazione dei progetti maggiormente capaci di generare conoscenza e sviluppo applicativo;
- Valorizzare il ruolo dei cluster regionali quali enti aggregatori e attori chiave per la diffusione della conoscenza e della consapevolezza tra le imprese in merito alle opportunità offerte dallo sviluppo della filiera dell'idrogeno, favorendo la nascita di collaborazioni sinergiche tra produttori e utilizzatori e promuovendo la realizzazione di progetti caratterizzati da un approccio interdisciplinare e integrato.

OBIETTIVO 4. AVVIARE LA DISTRIBUZIONE DELL'IDROGENO

Uno degli elementi chiave per garantire l'utilizzo diffuso dell'idrogeno è la disponibilità di infrastrutture adeguate. Si perseguirà un progressivo inserimento dell'idrogeno attraverso modalità diversificate a seconda della necessità e capacità di adattamento delle infrastrutture esistenti nel territorio.

Indirizzi strategici:

- Accelerare l'adattamento delle reti gas esistenti per la miscelazione (*blending*) con metano e la progressiva conversione delle dorsali di trasporto;
- Promuovere come iniziativa pilota una rete locale al 100% idrogeno al servizio di un ambito territoriale definito;
- Assicurare una visione di lungo termine nella pianificazione regionale delle infrastrutture funzionali al trasporto e alla distribuzione dell'idrogeno per gli usi industriali, della mobilità e della logistica portuale, interna al porto e a livello di interporti, in funzione di una rilevazione delle necessità da parte del tessuto economico regionale.

OBIETTIVO 5. SVILUPPARE LA *SUPPLY CHAIN* DELL'IDROGENO

La forte vocazione intermodale e logistica del Porto internazionale di Trieste e del Porto di rilevanza economica nazionale di Monfalcone rende il sistema portuale del Mare Adriatico orientale una porta privilegiata di accesso ai mercati dell'Europa centrale e sud-orientale.

Inoltre, Trieste, sede del più importante nodo petrolifero del Mediterraneo settentrionale, è collegata con più di 150 treni ogni settimana con le aree manifatturiere del Centro ed Est Europa tra cui quelle di Germania, Austria, Belgio, Ungheria, Lussemburgo, Olanda, Repubblica Ceca, Lituania, Polonia, Serbia, Slovacchia. L'area è potenzialmente interessata dallo sviluppo di nuove infrastrutture e servizi intermodali con i Paesi di produzione dell'idrogeno rinnovabile dell'Africa settentrionale e del Medio Oriente.

Nella prospettiva di creare le condizioni per lo sviluppo di una *supply chain* dell'idrogeno, intesa come filiera produttiva e catena logistica, occorre tenere in debita considerazione tre aspetti fondamentali:

1. Tipologia e modalità di importazione considerando le diverse forme di idrogeno disponibili (gassoso, liquido, ammoniac, carrier chimici), valutandone costi, necessità di stoccaggio e sicurezza, efficienza di trasporto e compatibilità con le esigenze industriali;
2. Necessità di promuovere iniziative strettamente collegate agli impianti di produzione, considerando approcci di co-investimento con i Paesi produttori e con operatori logistici o trader di commodities;
3. Necessità di promuovere iniziative coordinate con regioni europee potenzialmente interessate al consumo dei volumi di idrogeno importati.

Indirizzi strategici:

- Avviare un tavolo di confronto con l'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale (AdSPMAO), finalizzato a rendere visibili e valorizzare le opportunità a livello nazionale ed europeo, nonché a facilitare il dialogo con potenziali partner industriali e istituzionali extra-UE;
- Accompagnare il percorso di studio e analisi necessario per identificare le potenzialità delle diverse soluzioni relative alla produzione e alla logistica dell'idrogeno in base alla posizione geografica, agli spazi disponibili, agli aspetti di sicurezza e di compatibilità urbanistico-territoriale, nonché alla connettività tra nodi logistici;
- Valutare gli investimenti necessari alla realizzazione delle infrastrutture dedicate allo stoccaggio, alla liquefazione/compressione e alla distribuzione dell'idrogeno importato;
- Contribuire alla pianificazione integrata dei collegamenti necessari (gasdotti pronti alla ricezione di idrogeno, ferrovia, trasporto su gomma) per garantire la distribuzione efficiente con i poli industriali regionali ed europei;
- Avviare un confronto con i Paesi produttori al fine di promuovere progetti integrati e favorire il coinvolgimento di co-investitori internazionali;
- Avviare un tavolo di coordinamento europeo ed internazionale con le aree potenzialmente interessate al consumo dei volumi di idrogeno importati e prodotti;
- Avviare un confronto con l'AdSPMAO e i portatori di interesse, quali le società gestrici di terminal marittimi, le società di bunkeraggio e gli armatori, per ragionare sulle esigenze future del sistema portuale in merito all'applicazione di politiche e strategie di sostenibilità ambientale al trasporto marittimo.

OBIETTIVO 6. SUPPORTARE LO SVILUPPO DELL'IDROGENO NEL SETTORE TRASPORTI

I trasporti sono un'importante settore da decarbonizzare, ma per rendere possibile la transizione energetica è necessario realizzare l'infrastruttura a servizio dei mezzi. Nel breve termine, il ruolo dei trasporti, in particolare sulle tratte locali come per il trasporto pubblico, è cruciale, poiché permetterà di generare la domanda necessaria per sostenere le prime iniziative di produzione di idrogeno già avviate.

Indirizzi strategici:

- Sviluppare la rete di distributori di idrogeno (in ambito stradale e/o portuale in funzione di una rilevazione della domanda prospettica) garantendo certezza rispetto alle tempistiche del loro sviluppo e assicurando la coerenza con la pianificazione regionale della mobilità, dei trasporti e della logistica;
- Potenziare le infrastrutture logistiche regionali favorendo l'integrazione e la diffusione dei sistemi di trasporto alimentati a idrogeno lungo i principali assi di scambio merci e di mobilità, garantendo al contempo l'allineamento con gli strumenti di pianificazione territoriale e settoriale vigenti;

- Incentivare l'adozione di veicoli a idrogeno pubblici, per il trasporto merci e privati compensando gli attuali *gap* di costo (CAPEX e OPEX) rispetto ai veicoli che utilizzano combustibili di origine fossile.

OBIETTIVO 7. MIGLIORARE LE COMPETENZE E SVILUPPARE PERCORSI DI ISTRUZIONE E FORMAZIONE

La creazione di un ecosistema regionale favorevole all'idrogeno poggia non solo sulle infrastrutture e sulla filiera produttiva ma anche sulla presenza di capitale umano qualificato e dotato delle necessarie competenze e abilità per rispondere alle esigenze delle imprese e rendere maggiormente accessibile il mercato del lavoro.

In piena coerenza con le Azioni 16.2 “Sviluppare attività di sensibilizzazione e informazione” e 16.3 “Realizzare corsi di formazione” del Piano energetico regionale, la scelta programmatica già intrapresa di definire nuovi percorsi formativi e di alta formazione e potenziare quelli già esistenti al fine di riqualificare le persone occupate per far fronte al processo di transizione energetica comporta una particolare declinazione anche nel settore dell'idrogeno. La domanda di occupazione è elevata non solo per ingegneri, tecnici, esperti della sicurezza fortemente specializzati, ma anche per quelle occupazioni che richiedono competenze trasversali e multidisciplinari per la gestione dei processi e dei sistemi complessi.

I percorsi di istruzione, formazione professionale e continua, nonché di alta formazione, implicano una stretta collaborazione tra istituti superiori e professionali, gli enti di formazione, gli Istituti Tecnologici Superiori (ITS) e le Università. In parallelo l'Amministrazione regionale provvede ad un progressivo aggiornamento del repertorio dei profili professionali in risposta alle esigenze del sistema energetico in trasformazione, includendo nuove competenze connesse alla produzione, gestione e utilizzo dell'idrogeno.

Indirizzi strategici:

- Promuovere un sistema organico per l'identificazione dei fabbisogni formativi emergenti della filiera dell'idrogeno e lo sviluppo delle competenze, attraverso l'identificazione delle professionalità chiave e la definizione dei percorsi formativi più adeguati, in coerenza con le evoluzioni tecnologiche e industriali del settore;
- Attivare percorsi di alta formazione in collaborazione con il sistema universitario e gli ITS mirati alle nuove figure specializzate della filiera idrogeno;
- Rafforzare le competenze del personale addetto alla ricerca e formazione di professionisti sulle tecnologie per la produzione e utilizzo di idrogeno;
- Favorire la creazione e il consolidamento di filiere formative tecnologico-professionali, anche mediante la costituzione di poli tecnologici professionali;
- Promuovere nuove forme di collaborazione all'interno dell'ecosistema della Valle Idrogeno del Nord Adriatico e con le regioni confinanti tra università, imprese e centri di ricerca, finalizzate alla definizione di programmi congiunti di specializzazione e alta formazione per i futuri professionisti dell'idrogeno e delle tecnologie per la decarbonizzazione, con l'obiettivo di attrarre talenti, rafforzare le competenze presenti sul territorio regionale e favorire la qualificazione della forza lavoro esistente;
- Definire un modello di certificazione delle competenze per i professionisti dell'idrogeno, basato su un sistema di riconoscimento condiviso e sviluppato in stretta sinergia con le imprese e con gli enti di formazione del territorio, al fine di garantire standard qualitativi elevati e coerenza con le esigenze del mercato del lavoro regionale;
- Co-progettare attraverso un dialogo strutturato tra enti di formazione, ITS, e imprese l'integrazione e lo sviluppo di competenze funzionali all'investimento e all'insediamento industriali anche prevedendo percorsi formativi svolti in azienda;
- Definire programmi per aggiornare le competenze sulla filiera idrogeno a beneficio di lavoratori già impiegati nei settori energetici e industriali tradizionali unitamente a percorsi formativi specifici che promuovano l'apprendimento permanente anticipando il cambiamento, facilitando il ri-orientamento professionale e promuovendo la mobilità professionale;
- Sostenere la partecipazione all'istituenda Accademia europea Idrogeno e lo strumento europeo ERASMUS+ con una declinazione sul Friuli Venezia Giulia, per attivare mobilità breve di studenti, ricercatori e tecnici tra università, enti di formazione, centri di ricerca e imprese.

OBIETTIVO 8. RAFFORZARE IL POSIZIONAMENTO DELLA REGIONE SU SCALA NAZIONALE, EUROPEA E INTERNAZIONALE

Il Friuli Venezia Giulia intende affermarsi come polo di riferimento dell'idrogeno a partire dal sistema del Nord Est italiano sino ad ampliare la propria sfera d'azione nell'area del Sud-Est Europa e del Mediterraneo, svolgendo un ruolo attivo e riconosciuto nei tavoli di lavoro e negoziali europei e internazionali. La Regione valorizza la propria funzione di cerniera tra Europa centrale, Adriatico-Europa sud-orientale e bacino del Mediterraneo, facendo leva sulle interconnessioni con i mercati continentali e con le principali rotte di approvvigionamento dell'idrogeno via rete e via mare. Le esperienze e i modelli che la Regione sta sviluppando sono posti esplicitamente come *benchmark* regolatorio e di *policy*, da condividere e replicare a livello sovranazionale. In tal senso, la Regione intende ricoprire un ruolo di laboratorio di rilevanza europea valorizzando occasioni di disseminazione, comunicazione e confronto con le istituzioni europee, in cui esperienze, modelli regolatori e soluzioni tecnico-industriali vengono sperimentati, validati e condivisi. Inoltre, il posizionamento internazionale diventa una leva per attrarre investimenti, orientare progetti transfrontalieri e transnazionali e consolidare un ruolo guida nella costruzione delle catene del valore europee dell'idrogeno, anche attraverso il supporto alle imprese regionali nella definizione di norme, regolamenti e standard di settore che valorizzino i loro vantaggi competitivi.

Indirizzi strategici:

- Codificare le buone pratiche maturate in Friuli Venezia Giulia e promuoverne l'adozione in ambito europeo e mediterraneo, contribuendo alla definizione di linee guida e schemi regolatori replicabili;
- Estendere e rafforzare le filiere industriali su scala interregionale, in particolare con i territori contigui del Nord-Est dell'Italia, e con le regioni europee, promuovendo partenariati tra territori e sistemi industriali, della ricerca e della conoscenza al fine di valorizzare esperienze complementari, condividere competenze e ampliare le opportunità di sviluppo della tecnologia;
- Rafforzare la proiezione mediterranea attraverso un presidio dei programmi e delle piattaforme di cooperazione nel bacino del Mediterraneo, valorizzando le interconnessioni energetiche, i corridoi logistici e le rotte di importazione dell'idrogeno verso l'Europa continentale;
- Favorire la localizzazione in Regione di progetti transfrontalieri di rilievo europeo, in coerenza con i corridoi infrastrutturali e le reti energetiche, per consolidare il ruolo del Friuli Venezia Giulia quale *hub* di ingresso e ridistribuzione dell'idrogeno;
- Sostenere attivamente le imprese regionali nei processi di standardizzazione e regolazione (comitati tecnici e sedi competenti), affinché la definizione di regole, specifiche tecniche e schemi di certificazione rifletta le eccellenze tecnologiche e industriali del territorio;
- Presidiare in modo strutturato le sedi istituzionali e di collaborazione a livello europeo e internazionale, contribuendo all'orientamento di programmi, strumenti e criteri che incidono sulla formazione del mercato dell'idrogeno e sulla competitività delle filiere;
- Definire una narrativa istituzionale e un segno distintivo identitario quale "Regione dell'idrogeno" (marchio/linee guida visive), promuovere e partecipare a forum, tavoli di lavoro e momenti di confronto a livello europeo per condividere risultati, casi studio e criticità, valorizzando il contributo regionale.

6. I RISCHI E LA *GOVERNANCE*

Le due componenti essenziali per l'attuazione della Strategia regionale per l'idrogeno, rispettivamente l'analisi dei rischi e l'architettura della *governance*, sono affrontate in maniera congiunta. Da un lato, vengono individuate le principali vulnerabilità, esterne e interne, che possono incidere sul raggiungimento degli obiettivi strategici; dall'altro, si delineano le strutture, i processi e i meccanismi organizzativi deputati a garantire un presidio costante e una gestione efficace degli indirizzi previsti.

Tale approccio integrato evidenzia una stretta correlazione funzionale: l'assetto di *governance* è stato configurato per rispondere alle specifiche tipologie di rischio emerse, dotando la Strategia regionale di presidi organizzativi idonei a prevenire e mitigare le criticità. Le strutture di governo e i relativi processi decisionali non rispondono solo a esigenze di rappresentanza, ma sono strutturati per garantire un monitoraggio proattivo delle fonti di vulnerabilità, assicurando che ogni fattore di rischio trovi una puntuale risposta nelle procedure di attuazione.

In questo senso, il modello organizzativo proposto è concepito per assorbire le incertezze del contesto operativo, traducendo le evidenze dell'analisi dei rischi in azioni di coordinamento tempestive. La *governance* agisce quindi come sistema di garanzia, dove le responsabilità e i flussi informativi sono disegnati per mantenere l'allineamento agli obiettivi anche a fronte di potenziali perturbazioni.

In tale prospettiva, la *governance* assume il ruolo di infrastruttura abilitante dell'intera Strategia, assicurando coerenza, integrazione e capacità di adattamento rispetto all'evoluzione del contesto economico, tecnologico e normativo, nonché la trasparenza e la responsabilità nell'attuazione delle politiche regionali.

6.1 I FATTORI DI RISCHIO NELL'ATTUAZIONE DELLA STRATEGIA

L'analisi dei rischi adotta una doppia prospettiva: esterna, relativa al materializzarsi di minacce o al mancato concretizzarsi di opportunità di contesto; interna, connessa all'incapacità del sistema regionale di colmare debolezze o di preservare i propri punti di forza.

I rischi sono risultati dall'incrocio tra evidenze emerse dal processo di consultazione dei portatori di interesse, dagli obiettivi della Strategia e dalle dinamiche regolatorie, tecnologiche e di mercato. Nella fase successiva, ciascun rischio verrà qualificato con matrice probabilità-impatto, indicatori di *early warning*, misure di mitigazione e responsabilità operative.

6.1.1 IDENTIFICAZIONE DEI RISCHI ESTERNI

I potenziali rischi associati all'evoluzione del contesto esterno sono analizzati con particolare riferimento sia al possibile manifestarsi di fattori di minaccia in grado di rallentare o compromettere lo sviluppo della filiera dell'idrogeno, sia al mancato consolidamento o alla perdita di opportunità strategiche già individuate.

Drift regolatorio e incertezza attuativa

L'evoluzione di atti delegati UE su idrogeno rinnovabile/basse emissioni, le regole di addizionalità e contemporaneità e i vincoli localizzativi possono introdurre disallineamenti tra pianificazione e attuazione, aumentando oneri di *compliance* e tempi autorizzativi. Tale incertezza incide sulla bancabilità e può generare rinvii nelle decisioni d'investimento.

Competitività economica insufficiente

Un *Livellized Cost of Hydrogen* (LCOH) ancora elevato rispetto alle alternative fossili, sommato a CAPEX/OPEX significativi e a volatilità dei prezzi energetici, riduce la convenienza economica dei progetti. In assenza di segnali di prezzo stabili e di strumenti di mitigazione del rischio, la propensione all'investimento può diminuire.

Ritardi infrastrutturali macro

Incertezze su Corridoi transnazionali e *supply* estere, quali il *South H₂ Corridor* e progetti di import, possono frenare la convergenza tra domanda e offerta, posticipando gli Investimenti Diretti Esteri (IDE) e la scalabilità industriale. La mancanza di visibilità sulle tempistiche rallenta la formazione di mercati stabili.

Maturità tecnologica e standard

Incertezze su sicurezza, standard comuni, compatibilità dei sistemi e scelta dei vettori di trasporto dell'idrogeno limitano l'interoperabilità e lo *scale-up*. L'assenza di standard condivisi aumenta i rischi tecnici e assicurativi e può bloccare investimenti in infrastrutture "abilitanti".

Geopolitica e dipendenza da import

Rischi Paese, concorrenza di *hub* nordeuropei e incertezza sugli afflussi di IDE possono spiazzare il posizionamento regionale lungo le rotte dell'idrogeno. Tensioni geopolitiche e restrizioni commerciali incidono su costi, tempi e affidabilità delle forniture.

Accettabilità sociale e uso del suolo

Opposizioni locali, vincoli ambientali e conflitti d'uso del territorio possono ridurre la disponibilità di siti idonei e allungare gli iter autorizzativi. L'assenza di percorsi partecipativi e di compensazioni adeguate aumenta il rischio di contenziosi.

6.1.2 IDENTIFICAZIONE DEI RISCHI INTERNI

La presente sezione identifica i potenziali rischi interni connessi al mancato superamento delle debolezze strutturali o all'erosione progressiva dei punti di forza che attualmente caratterizzano il sistema regionale.

Disponibilità energetica per idrogeno rinnovabile

La crescita delle fonti energetiche rinnovabili (FER) inferiore al fabbisogno e l'aumento della domanda elettrica riducono l'energia rinnovabile allocabile all'elettrolisi, alzando l'LCOH e rinviando i progetti. Senza un potenziamento coordinato di capacità e flessibilità di rete, la scalabilità resta limitata.

Criticità per localizzazione e iter

In assenza di pianificazione preventiva di aree idonee e di sportelli unici/*fast track*, aumentano tempi, oneri procedurali e rischio di opposizioni (*Not In My Back Yard* - NIMBY). Ciò si traduce in incertezza temporale e costi indiretti rilevanti per i proponenti.

Frammentazione di filiera

Scarso coordinamento tra domanda e offerta, e carenza di progetti integrati, ostacolano economie di scala e apprendimento collettivo. Questo limita la capacità di strutturare contratti di lungo termine e di attrarre investimenti industriali.

Discontinuità degli incentivi

Sequenze *stop-and-go* nei sostegni pubblici e nei regimi di garanzia generano instabilità finanziaria e ritardi decisionali. L'assenza di traiettorie di *policy* prevedibili riduce la pipeline bancabile.

Eterogeneità infrastrutturale

Rete e servizi per l'idrogeno non omogenei come nel caso di aree non metanizzate, pressioni/capacità diverse, carenza di punti di rifornimento/compressione/stoccaggio e logistica poco standardizzata, comportano soluzioni ad *hoc*, tempi più lunghi e OPEX più alti. Ne derivano maggior rischio operativo, minore affidabilità di fornitura e ridotta scalabilità.

Erosione dei punti di forza

Un calo della collaborazione tra impresa e ricerca o la perdita di slancio istituzionale possono indebolire il vantaggio competitivo regionale. La riduzione dell'interesse industriale tende a comprimere attività di ricerca e sviluppo applicata e progetti pilota, rallentando la curva di apprendimento.

6.1.3 GLI STRUMENTI DI MITIGAZIONE

La mitigazione dei rischi individuati discende in via principale dall'attuazione coerente della Strategia delineata nel precedente capitolo 5.: gli otto obiettivi strategici ed i relativi indirizzi costituiscono l'architettura attraverso cui ridurre l'esposizione ai rischi esterni (realizzazione di minacce o mancato concretizzarsi di opportunità) e interni (persistenza di debolezze o erosione di punti di forza). In questa prospettiva, la mitigazione non configura un insieme separato di interventi, bensì è l'esito della corretta esecuzione della Strategia lungo l'intera filiera dell'idrogeno.

	Rischio	01 Produzione H2 rinnovabile/ low carbon	02 Adozione HTA (Hard-to - Abate)	03 Filiera regionale	04 Reti e distribuzione	05 Supply chain	06 Trasporti	07 Competenze	08 Posizionamento nazionale ed EU
ESTERNI	Drift regolatorio e incertezza attuativa UE	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
	Competitività economica insufficiente (LCOH, CAPEX/OPEX)	✓	✓	✓		✓	✓		
	Ritardi infrastrutturali macro (corridoio/import)				✓	✓	✓		✓
	Maturità tecnologica e standard	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Geopolitica e dipendenza da import					✓			✓
	Accettabilità sociale e uso del suolo	✓	✓		✓	✓	✓		
INTERNI	Disponibilità energetica per H2 verde (FER + domanda elettrica)	✓	✓						
	Attriti localizzativi e iter	✓	✓		✓	✓	✓		
	Frammentazione di filiera		✓	✓				✓	✓
	Discontinuità degli incentivi	✓	✓	✓					
	Eterogeneità infrastrutturale				✓	✓	✓		
	Erosione dei punti di forza (impresa-ricerca/governance)		✓	✓				✓	✓

Figura 6.1: Relazione tra rischi e obiettivi strategici.

Per garantire efficacia e coerenza nell'attuazione, è previsto un presidio di *governance*, con funzioni di indirizzo, coordinamento e verifica, assicurando l'allineamento fra obiettivi strategici, pianificazione settoriale e processi amministrativi, favorendo il coordinamento tra Direzioni centrali competenti della Regione, nonché con gli enti regionali di supporto, come FVG Energia S.p.A. e il Cluster M.A.R.E. FVG, e con l'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico orientale (AdSPMAO), monitorando i rischi e garantendo la tracciabilità delle decisioni e la gestione proattiva delle criticità.

Ai fini dell'attuazione, ciascuna iniziativa è inserita nel Programma Periodico degli Interventi (PPI), che definisce scopo, risultati attesi, responsabilità, fasi operative, tempistica, e modalità di verifica. L'avanzamento è monitorato attraverso un insieme di indicatori che misurano sia lo svolgimento delle attività interne sia l'evoluzione delle condizioni esterne rilevanti.

In sintesi, la mitigazione dei rischi è intrinseca alla Strategia e si realizza tramite una *governance* unitaria, programmi di lavoro chiaramente definiti, un sistema organico di indicatori e verifiche, procedure codificate di gestione delle criticità e un ciclo periodico di riesame.

6.2 LA *GOVERNANCE* DELLA STRATEGIA REGIONALE PER L'IDROGENO

L'infrastruttura organizzativa rappresenta l'elemento portante dell'intera Strategia regionale al fine di garantire coerenza, efficacia e continuità nel tempo. Un sistema di *governance* efficiente non si limita a coordinare le iniziative in materia di energia, innovazione e sviluppo industriale, ma garantisce che le medesime si sviluppino in modo integrato, sinergico e trasparente, in coerenza con le politiche nazionali ed europee e con le specificità territoriali e produttive regionali.

6.2.1 LE FINALITÀ E LE FUNZIONI DELLA *GOVERNANCE*

Il sistema di *governance* assicura in primo luogo la traduzione degli indirizzi strategici in programmi operativi concreti, con obiettivi chiari, risultati attesi misurabili, responsabilità definite e scadenze temporali precise.

Parallelamente, la *governance* svolge una funzione permanente di monitoraggio e valutazione, volta a misurare l'avanzamento delle attività attraverso indicatori di *performance* e strumenti di verifica continua. Il monitoraggio considera tanto gli aspetti interni come il rispetto delle tempistiche, lo stato dei procedimenti e i riscontri provenienti da imprese e cittadini così come le variabili esterne che incidono sull'attuazione, tra cui l'evoluzione del quadro normativo, le dinamiche dei mercati energetici e la disponibilità infrastrutturale.

Un ulteriore elemento qualificante è rappresentato dal riesame periodico della Strategia, previsto con cadenza almeno triennale, volto a valutare i risultati conseguiti, individuare eventuali scostamenti e aggiornare priorità e obiettivi in base ai mutamenti del contesto economico, tecnologico e ambientale.

In presenza di criticità o scostamenti rilevanti, la *governance* prevede specifiche procedure di gestione del rischio, che consentono interventi tempestivi e coordinati per ricalibrare priorità operative, aggiornare linee guida e attivare un confronto con le amministrazioni competenti, al fine di rimuovere rapidamente ostacoli o colli di bottiglia.

Infine, la *governance* svolge un ruolo di garante della trasparenza e della responsabilità pubblica, assicurando la tracciabilità delle decisioni, la pubblicazione dei risultati e una gestione rigorosa delle risorse, in modo da favorire la partecipazione informata dei cittadini e degli attori economici e rafforzare la fiducia nelle istituzioni regionali.

6.2.2 I PRINCIPI E LE CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI *GOVERNANCE*

Il sistema di *governance* regionale si fonda su tre caratteristiche essenziali che ne definiscono l'efficacia e la capacità di azione coordinata:

1. **Coordinamento politico e ricadute organizzative**

Il superamento della frammentazione settoriale richiede una regia politica unitaria. La Giunta regionale definisce indirizzi condivisi e priorità comuni tra i diversi ambiti di competenza quali ambiente ed energia, ricerca, formazione, agricoltura, attività produttive, trasporti e relazioni internazionali. Da tale coordinamento politico discende un allineamento per la struttura tecnica, che può così operare in maniera coerente e integrata, con un dialogo continuo tra le Direzioni centrali dell'Amministrazione regionale, favorendo l'attuazione sinergica delle politiche regionali e il superamento della frammentazione amministrativa.

2. **Capacità gestionale e di indirizzo progettuale**

La Regione si dota di un modello organizzativo con funzioni di pianificazione, coordinamento e monitoraggio dei programmi, garantendo continuità operativa e uniformità metodologica.

3. **Coinvolgimento dei portatori di interesse esterni all'Amministrazione regionale**

La *governance* mantiene un'interlocuzione costante con i principali soggetti dell'ecosistema a livello regionale, nazionale, transnazionale ed internazionale, tra cui le associazioni di categoria, le imprese, le università e gli enti di ricerca, gli enti di formazione, le associazioni di settore a livello nazionale ed internazionale, la costituenda *Association*

Internationale Sans But Lucratif (AISBL)⁵⁹, i cluster regionali (in particolare M.A.R.E. FVG) e FVG Energia S.p.A., ma anche i rappresentanti dei cittadini, il mondo della finanza, favorendo la condivisione di conoscenze, la coerenza delle iniziative e la crescita integrata della filiera dell'idrogeno e della transizione energetica. Il coinvolgimento delle istituzioni, del mondo produttivo, del sistema della conoscenza e della società civile, quali soggetti della quadrupla elica, rappresenta un elemento chiave per orientare l'attuazione della strategia in modalità partecipata, innovativa e capace di rispondere ai bisogni del territorio.

6.2.3 L'ARCHITETTURA DEL SISTEMA E I RUOLI OPERATIVI

Il modello di *governance* opera sotto il diretto indirizzo della Giunta regionale, alla quale spettano la definizione delle priorità strategiche, l'approvazione della programmazione operativa e la verifica dei risultati conseguiti. La struttura tecnica è organizzata per dare attuazione a tali indirizzi secondo due livelli principali, rispettivamente il Gruppo di Lavoro Interdirezionale della Strategia regionale per l'idrogeno (GdL H2) e i Gruppi di progetto (*Project Team*).

Il Gruppo di Lavoro Interdirezionale della Strategia regionale per l'idrogeno (GdL H2)

Il GdL H2 dell'Amministrazione regionale è istituito con decreto del Direttore Generale su richiesta del Presidente della Regione, con funzioni di pianificazione, coordinamento e monitoraggio degli interventi volti all'attuazione della Strategia, nonché di rappresentanza tecnica esterna sul tema idrogeno. Rappresenta il punto di raccordo tra le diverse Direzioni centrali dell'Amministrazione regionale coinvolte nella realizzazione della Strategia ed è composto dai direttori regionali individuati in base al loro coinvolgimento come responsabili dei procedimenti amministrativi relativi agli interventi attuativi.

Funzionamento del GdL H2

Il GdL H2 può avvalersi di una segreteria organizzativa che cura l'agenda delle riunioni, la verbalizzazione e la gestione dell'archivio elettronico condiviso della documentazione.

Il GdL H2 si riunisce con cadenza periodica, secondo modalità e ordine del giorno concordati tra le Parti.

Attività del GdL H2

Le attività del Gruppo di lavoro comprendono:

- la definizione del Programma Periodico degli Interventi (PPI) e la rispettiva individuazione dei *Project Team*, indicando per ciascuno il dirigente responsabile e le Direzioni o Servizi coinvolti. Su tale PPI, il GdL H2 esprime un parere di coerenza, non vincolante, rispetto alla strategia, finalizzato a garantire armonizzazione e integrazione tra le diverse azioni e lo sottopone all'approvazione della Giunta regionale;
- il supporto ai *Project Team* nelle attività operative.
- il monitoraggio dello stato di avanzamento degli interventi e dei progetti, fornendo periodicamente un riscontro all'Amministrazione regionale e ai soggetti terzi;
- la risoluzione di eventuali criticità operative;
- la rappresentanza dell'operatività dell'Amministrazione regionale all'esterno;
- il raccordo con gli stakeholder esterni;

I Gruppi di progetto (*Project Team*)

I *Project Team* sono le strutture esecutive e operative, guidate ciascuno da un dirigente responsabile, che attuano concretamente le iniziative previste dal PPI, garantendo coerenza con la strategia e coordinamento con il GdL H2 e con i rispettivi stakeholder esterni.

⁵⁹ Nell'ambito delle attività del progetto europeo "NAHV" è prevista l'istituzione di un'associazione internazionale senza scopo di lucro (AISBL) intesa quale gruppo di persone fisiche o giuridiche che ai sensi del diritto belga persegue uno scopo senza scopo di lucro di utilità internazionale, con sede in Belgio, avente la funzione di garantire una *governance* stabile e condivisa dell'ecosistema della Valle dell'Idrogeno del Nord Adriatico. Il suo compito è di coordinare e fornire un modello organizzativo e di governance stabile e duraturo per l'iniziativa di cooperazione transnazionale rafforzata. La partecipazione della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia a tale associazione è stata autorizzata con l'articolo 15 della Legge regionale 17 febbraio 2023, n. 4 "FVGGreen – Disposizioni per lo sviluppo sostenibile e la transizione ecologica del Friuli Venezia Giulia", che riconosce la valenza strategica di tale strumento per il coordinamento e la strutturazione del partenariato transnazionale.

Funzionamento del Project Team

Ogni *Project Team* è guidato da un dirigente responsabile del procedimento amministrativo, che assume il titolo di Responsabile del Project Team. Possono essere coinvolte altre Direzioni/ Servizi dell'Amministrazione regionale necessari all'attuazione degli interventi.

Attività dei Project Team

Le attività dei *Project Team* comprendono:

- l'elaborazione di proposte di interventi da sottoporre al GdL H2 per il tramite del dirigente responsabile;
- l'attuazione degli interventi previsti dal Programma Periodico degli Interventi (PPI);
- la definizione della propria struttura organizzativa e amministrativa, i procedimenti, le modalità operative e le attività necessarie, nel rispetto della normativa di settore e dei procedimenti amministrativi vigenti;
- il raccordo con gli stakeholder esterni, secondo gli ambiti di competenza del progetto;
- la relazione periodica al GdL H2 sull'avanzamento delle attività e sui risultati raggiunti.

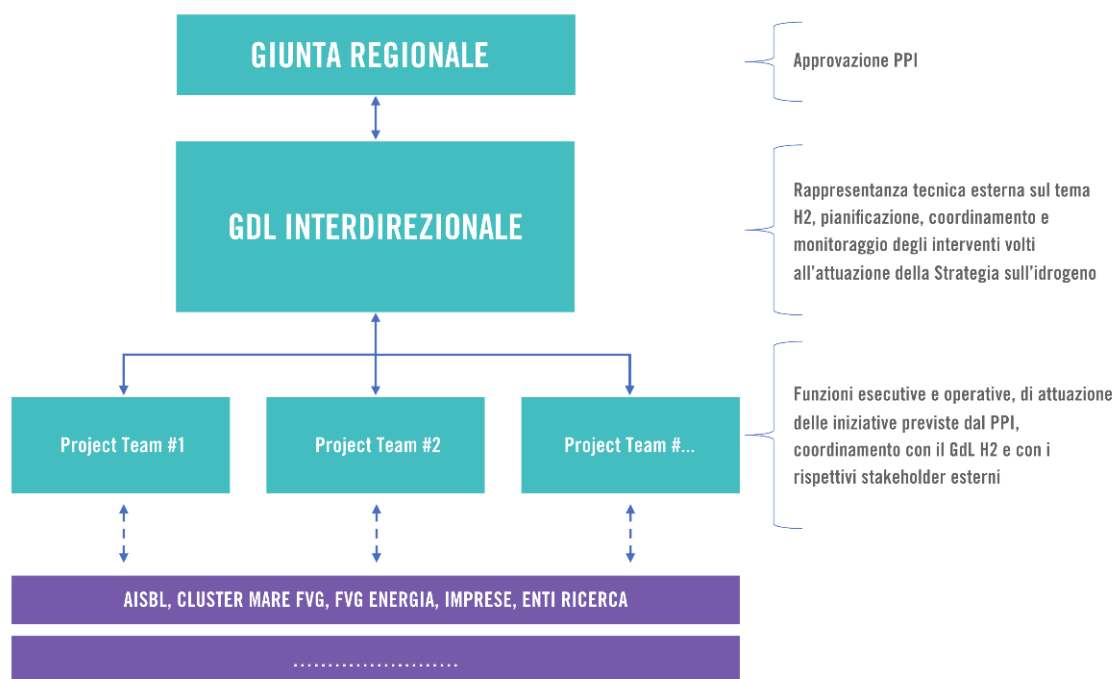


Figura 6.2: Schema di sintesi del modello di governance

Il modello struttura un **processo ciclico** che assicura il costante allineamento tra la volontà politica e l'azione tecnica, articolato in tre fasi essenziali:

1. Indirizzo e pianificazione coordinata

IL GDI H2 predispone il Programma Periodico degli Interventi (PPI) recependo gli indirizzi strategici della Giunta regionale e le proposte operative formulate dai *Project Team*. Il PPI diviene esecutivo a seguito dell'approvazione della Giunta regionale, passaggio che garantisce la piena coerenza di indirizzo delle iniziative, e riceve necessaria copertura finanziaria con legge regionale.

2. Attuazione coordinata

I *Project Team* danno esecuzione agli interventi previsti dal PPI. In questa fase, il GdL svolge una funzione di raccordo costante per assicurare che le diverse progettualità procedano in modo integrato, prevenendo frammentazioni e duplicazioni.

3. Monitoraggio e riesame

Il sistema prevede un flusso informativo continuo dai livelli operativi verso il GdL che, con cadenza annuale, relaziona alla Giunta regionale sullo stato di avanzamento della Strategia. Questo meccanismo consente alla Giunta regionale di verificare il raggiungimento degli obiettivi e, qualora mutino le condizioni di contesto di aggiornare gli indirizzi strategici per il ciclo successivo.

Nel suo complesso, il processo descritto configura un circuito virtuoso e continuo, in cui pianificazione, coordinamento, attuazione e monitoraggio si alimentano reciprocamente. Tale modello circolare consente di perseguire con maggiore efficacia gli obiettivi strategici della Regione, assicurando un governo del ciclo di programmazione fondato su partecipazione, responsabilità diffusa e informazione trasparente.

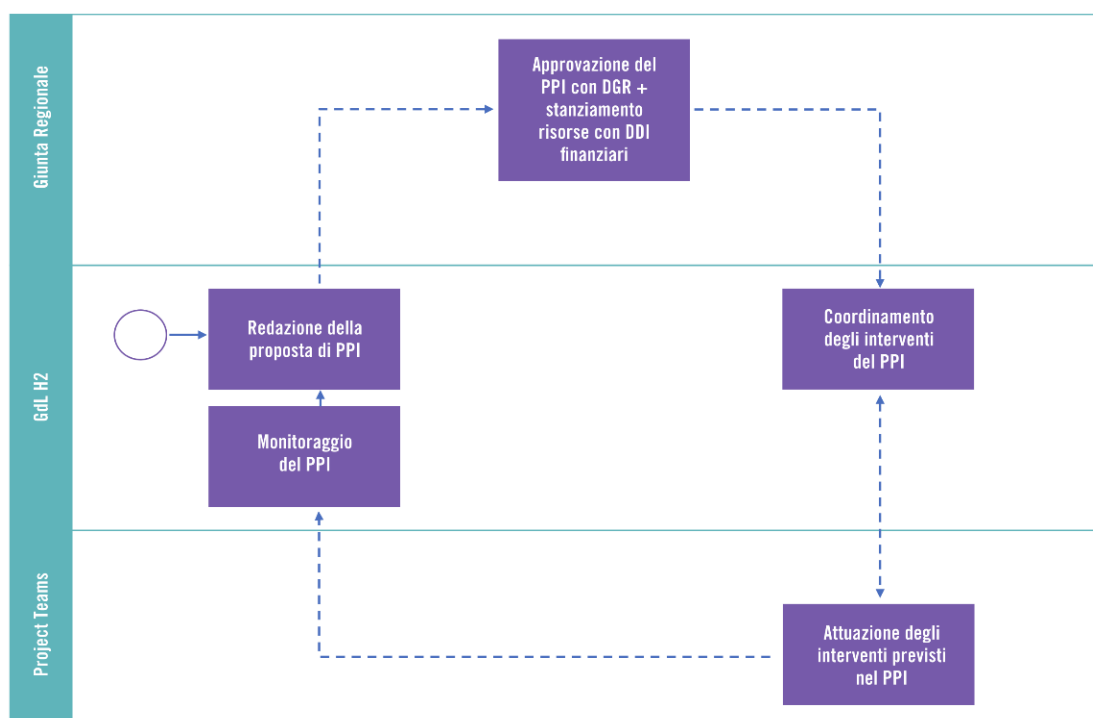


Figura 6.3: Schema di sintesi del modello di governance

GLOSSARIO

Acronimo	Definizione
AdSPMAO	Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale
AFIR	Alternative Fuels Infrastructure Regulation
AIA	Autorizzazione Integrata Ambientale
APE FVG	Agenzia Per l'Energia del Friuli Venezia Giulia
ATS	Associazione Temporanea di Scopo
BECCS	BioEnergy with Carbon Capture and Storage
BEI	Banca Europea Investimenti
BEV	Battery Electric Vehicle
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism
CEF-E	Connecting Europe Facility – Energy
CEF-T	Connecting Europe Facility – Transport
CCS	Carbon Capture and Storage
CCUS	Carbon Capture, Utilization and Storage
CDR	Carbon Dioxide Removal
CISAF	Clean Industrial Deal State Aid Framework
CNG/LNG	Compressed Natural Gas/Liquefied Natural Gas
COSEF	Consorzio di Sviluppo economico del Friuli
CSC	Concrete Sustainability Council
DACCS	Direct Air Carbon Capture and Storage
DGR	Delibera di Giunta Regionale
EDP	Environmental Product Declaration
EHO	European Hydrogen Observatory-
ENNOH	European Network of Network Operators for Hydrogen
EPHyC	European PhD Hydrogen Conference
ETS	Emissions Trading System
EUSAIR	Strategia per la Regione Adriatico-Ionica
EUSALP	Strategia per la Regione Alpina
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle
FER	Fonti Energetiche Rinnovabili
FESR	Fondo europeo di sviluppo regionale
FSE+	Fondo sociale europeo Plus
GCA	Gas Connect Austria
GCC	Gulf Cooperation Council
GdL	Gruppo di lavoro interdirezionale
GdL H2	Gruppo di lavoro interdirezionale della Strategia regionale idrogeno
HTA	Hard to Abate
HSE	Holding Slovenske elektrarne
I3	Interregional Innovation Investments
IDE	Investimenti Diretti Esteri
IEA	Agenzia Internazionale dell'Energia

IPCEI	Importanti Progetti di Comune Interesse Europeo
ITS	Istruzione Tecnica Superiore
LCOH	Levelized Cost of Hydrogen
MAECI	Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale
MASE	Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
MiTE	Ministero della Transizione Ecologica
MOC	Memorandum of Cooperation
MUR	Ministero dell'Università e della Ricerca
NACHIP	North Adriatic Clean Hydrogen Investment Platform
NASCHA	North Adriatic Smart Communities Hydrogen Accelerator
NAHV	North Adriatic Hydrogen Valley
NIMBY	Not In My Back Yard
NZE	Net Zero Emissions
OGS	Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale
PCI	Progetti di Interesse Comune
PER	Piano energetico regionale
PESTEL	Politico, Economico, Sociale, Tecnologico, Ambientale e Legale
PNIEC	Piano nazionale Integrato per l'Energia e il Clima
PNRR	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
PPA	Power Purchase Agreement
PREPM-TPL	Programma Operativo di Rinnovo Evolutivo del Parco Mezzi- Trasporto Pubblico Locale
PRIN	Progetto di Rilevante Interesse Nazionale
PUN	Prezzo Unico Nazionale
QFP	Quadro Finanziario Pluriennale
RFNBO	Renewable Fuels of Non-Biological Origin
RIS	Regional Innovation Scoreboard
RoRo	Navi Roll-on/Roll-off
RRF	Recovery and Resilience Facility
R&S	Ricerca e Sviluppo
SAF	Sustainable Aviation Fuel
SiS FVG	Sistema Scientifico e dell'Innovazione del Friuli Venezia Giulia
SISSA	Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati
SMR	Steam Methane Reforming
SPV	Società veicolo
STEPS	Stated Policies Scenario
SWOT	Analisi dei punti di forza, debolezza, opportunità e minacce
TAG	Trans Austria Gasleitung
TPL	Trasporto Pubblico Locale
TRL	Technology Readiness Level
TSO	Transmission System Operator

