

# AMETHyST

Raccomandazioni AMETHyST  
per l'idrogeno verde  
nello Spazio Alpino



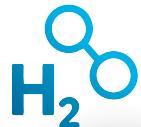
Interreg



Co-funded by  
the European Union

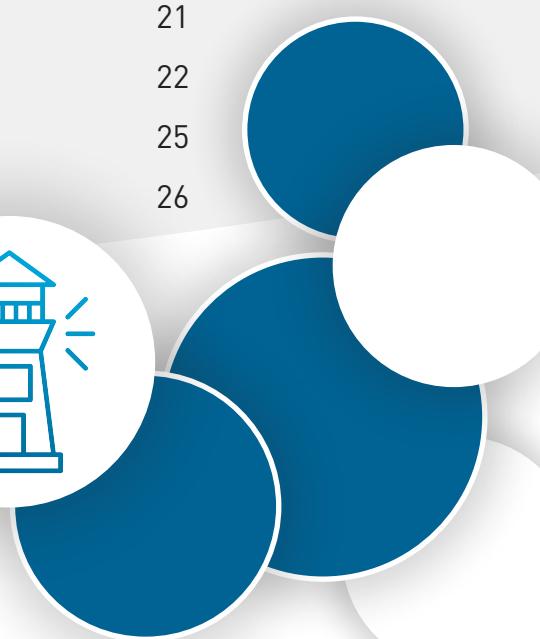
Alpine Space

AMETHyST



# CONTENUTI

<b>SINTESI</b>	3
<b>1 INTRODUZIONE</b>	5
Il ruolo dell'idrogeno verde nella transizione energetica	6
Nota metodologica	10
Ostacoli e lacune nell'attuazione dei progetti relativi all'idrogeno verde	11
Campi di intervento	12
<b>2 PROMUOVERE LA PIANIFICAZIONE DELLE POLITICHE REGIONALI E LE STRATEGIE RELATIVE ALL'IDROGENO VERDE</b>	13
Logica di intervento: dalla visione alla strategia	14
Principi politici	15
<b>3 FAVORIRE IL COORDINAMENTO TRA LE STRATEGIE NAZIONALI E REGIONALI IN MATERIA DI IDROGENO</b>	18
Collegare le ambizioni regionali alle strategie nazionali	20
Creare strutture di supporto nazionali	21
<b>4 PROMUOVERE LA COOPERAZIONE TRANSREGIONALE E TRANSFRONTALIERA</b>	22
<b>5 BIBLIOGRAFIA</b>	25
<b>6 ALLEGATO 1</b>	26



# SINTESI

La transizione energetica è un elemento fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi di emissioni nette pari a zero nell'Unione Europea (UE). Questa transizione comporta, tra l'altro, il passaggio dai combustibili fossili alle energie rinnovabili, una maggiore efficienza energetica e l'elettrificazione dei settori difficili da abbattere. L'idrogeno verde può svolgere un ruolo fondamentale in questi contesti, offrendo soluzioni per lo stoccaggio dell'energia, la flessibilità dei sistemi energetici e la decarbonizzazione in settori in cui l'elettrificazione diretta non è fattibile.

A livello europeo, la [strategia per l'idrogeno](#) (COM/2020/301 definitivo) e l'iniziativa [REPowerEU](#) stabiliscono obiettivi ambiziosi: entro il 2030 nell'UE dovranno essere installati almeno 40 GW di elettrolizzatori a idrogeno rinnovabile e dovranno essere prodotte fino a 10 milioni di tonnellate di idrogeno rinnovabile. Questi quadri giuridici, insieme alla [legge europea sul clima](#) (UE 2021/1119) e al [pacchetto Fit for 55](#), definiscono un quadro giuridico vincolante per ridurre le emissioni di almeno il 55% entro il 2030. Strategie nazionali e regionali complementari in materia di idrogeno, compresa la realizzazione di [piccole e grandi valli dell'idrogeno](#), stanno emergendo come centri di dimostrazione per la produzione, la distribuzione e il consumo in vari settori di applicazione nell'industria, nella mobilità e nell'energia.

**Lo Spazio Alpino riveste una particolare rilevanza strategica nel contesto dell'attuazione della politica europea in materia di idrogeno e delle prove tecniche.** Con un'elevata incidenza di energie rinnovabili nella rete elettrica, le industrie pesanti nelle zone pedemontane delle Alpi che rappresentano tra le aree europee più produttive e il suo ruolo di corridoio di trasporto europeo che collega il sud e il nord, la regione è in una posizione ideale per essere pioniera nella diffusione dell'idrogeno verde. Progetti pilota e iniziative regionali stanno già testando una varietà di tecnologie per l'idrogeno verde, costruendo piccole e grandi valli dell'idrogeno e promuovendo infrastrutture transfrontaliere come l'Hydrogen Backbone. In quanto tale, lo Spazio Alpino ha il potenziale per diventare un laboratorio vivente per lo stoccaggio di energia basato sull'idrogeno e la decarbonizzazione industriale, allineando l'innovazione regionale agli obiettivi climatici dell'UE.



## IDROGENO VERDE

Idrogeno prodotto senza emissioni di CO<sub>2</sub> da elettricità pulita e rinnovabile, come l'energia eolica, solare o idroelettrica, con conseguente azzeramento delle emissioni di carbonio.

Fonte:  
[Glossario online SkHyline](#)

Nonostante questo slancio, nel settore dell'idrogeno verde permangono ostacoli significativi: costi elevati di produzione e trasporto, infrastrutture limitate o carenti, lacune normative e di governance e necessità di ottenere l'accettazione da parte dell'opinione pubblica delle tecnologie basate sull'idrogeno. Affrontare queste sfide richiede investimenti su larga scala, quadri normativi più coerenti e un coordinamento efficace lungo la catena del valore dell'idrogeno e tra gli attori coinvolti.

Nell'ambito del progetto AMETHyST dello Spazio Alpino dell'UE sono state intraprese diverse attività per raccogliere informazioni dettagliate sulle lacune e dimostrare come queste potrebbero essere colmate. In questo contesto sono stati individuati tre settori chiave di intervento:



**1. Promuovere la pianificazione delle politiche regionali e le strategie sull'idrogeno**, incoraggiando le regioni a sviluppare strategie su misura in linea con le priorità di efficienza energetica, addizionalità delle energie rinnovabili e decarbonizzazione.



**2. Garantire il coordinamento tra le strategie nazionali e regionali**: istituire meccanismi di governance e strutture di supporto per allineare le iniziative locali, regionali e nazionali.



**3. Promuovere la cooperazione transnazionale e transregionale**: rafforzare la collaborazione in tutta la regione alpina per armonizzare gli standard, mettere in comune le risorse e accelerare lo sviluppo delle infrastrutture.

Le linee guida politiche sono state sviluppate sulla base del progetto AMETHyST dello Spazio Alpino dell'UE, di interviste con esperti, di scambi interregionali e di ricerche documentarie. Forniscono raccomandazioni pratiche per i decisori a livello locale, regionale e nazionale, sottolineando la governance multilivello, il partenariato pubblico-privato, lo scambio di conoscenze e il coinvolgimento dei cittadini.

Promuovendo questi interventi, lo Spazio Alpino potrebbe posizionarsi come precursore nell'idrogeno verde, sostenendo l'agenda europea per la decarbonizzazione, garantendo la competitività industriale e contribuendo all'obiettivo di neutralità climatica dell'UE da raggiungere entro il 2050.

## SINTESI



# 1

# INTRODUZIONE



# IL RUOLO DELL'IDROGENO VERDE NELLA TRANSIZIONE ENERGETICA

La transizione energetica è un pilastro fondamentale per raggiungere gli obiettivi politici di emissioni nette pari a zero all'interno dell'UE. La transizione del settore energetico comprende il passaggio dai combustibili fossili alle fonti di energia rinnovabile, il miglioramento dell'efficienza energetica e il risparmio energetico, nonché l'elettrificazione dei settori difficili da abbattere.

**La tecnologia dell'idrogeno verde potrebbe svolgere un ruolo importante nella decarbonizzazione del sistema energetico.** Essa offre opportunità di approvvigionamento energetico in contesti che non possono essere collegati alla rete elettrica. Come mezzo di stoccaggio, l'idrogeno potrebbe svolgere un ruolo cruciale nella futura espansione del sistema di energia rinnovabile. Esso può immagazzinare grandi quantità di energia in eccesso e fornirla alla rete elettrica quando necessario. L'idrogeno è quindi una tecnologia che ha la possibilità di stabilizzare il sistema energetico e renderlo allo stesso tempo più flessibile.

Con la sua strategia sull'idrogeno, l'Unione Europea mira a creare un mercato europeo dell'idrogeno che sostenga la trasformazione del mercato energetico europeo. La **strategia europea sull'idrogeno** e il **REPowerEU** definiscono il ruolo dell'idrogeno nella decarbonizzazione del consumo energetico dell'Unione Europea. La strategia europea sull'idrogeno fissa l'obiettivo strategico di installare un e almeno 40 GW di elettrolizzatori per l'idrogeno rinnovabile e di produrre fino a 10 milioni di tonnellate di idrogeno rinnovabile nell'UE entro il 2030.

La transizione verso forme di energia più pulite è un prerequisito fondamentale per la neutralità climatica. In questo contesto, l'Unione europea ha elaborato una serie di interventi normativi, contenuti nel **pacchetto Fit for 55**, volti ad aumentare la quota di energia rinnovabile entro il 2030, tra cui l'idrogeno avrà un ruolo importante. La legge europea sul clima rende obbligatorio per legge l'obiettivo dell'UE di ridurre le emissioni di almeno il 55% entro il 2030.

## SETTORI HARD-TO-ABATE

Industrie che si basano su processi o fonti energetiche difficili da decarbonizzare con le tecnologie attuali, a causa di limitazioni tecnologiche o elevati requisiti energetici. Questi settori includono cemento, acciaio, prodotti chimici, carta, vetro e contribuiscono in modo significativo alle emissioni globali di gas serra (GHG), poiché devono affrontare sfide nell'adozione di alternative a basse emissioni di carbonio.

Fonte:  
[Glossario online SkHyline](#)



## PUBBLICAZIONE CONSIGLIATA

Per approfondire le politiche sull'H<sub>2</sub> nell'Unione Europea, consultare questo rapporto:  
Osservatorio europeo dell'idrogeno:  
[The European hydrogen policy landscape](#), 2024.



**Una panoramica**  
delle strategie nazionali  
sull'idrogeno in Europa e  
delle relative normative è  
disponibile sul **dashboard**  
[interattivo dell'Osservatorio](#)  
[europeo sull'idrogeno](#).

Al di là del quadro strategico a livello dell'UE, vari paesi hanno adottato o stanno elaborando e adottando **strategie nazionali**. Al di sotto del livello nazionale, alcune regioni hanno le proprie strategie regionali o tabelle di marcia per sostenere l'attuazione di progetti sull'idrogeno e la crescita degli ecosistemi e delle catene del valore dell'idrogeno. Le strategie regionali coincidono spesso con **le grandi e piccole valli dell'idrogeno europee**.

Le «Hydrogen Valleys» sono ecosistemi dell'idrogeno che coprono un'area geografica specifica, che va da un ambito locale o regionale (ad esempio, distretti industriali, porti, aeroporti, ecc.) a regioni nazionali o internazionali specifiche (ad esempio, corridoi transfrontalieri dell'idrogeno)<sup>190</sup>. Le Hydrogen Valleys dimostrano la versatilità dell'idrogeno rifornendo diversi settori nella loro area geografica, come la mobilità, l'industria e gli usi finali dell'energia. Si tratta di ecosistemi o cluster in cui varie applicazioni finali condividono un'infrastruttura comune di approvvigionamento di idrogeno. Nel loro ambito geografico, le Hydrogen Valleys coprono diverse fasi della catena del valore dell'idrogeno, che vanno dalla produzione di idrogeno (e spesso anche dalla produzione di energie rinnovabili dedicate) al successivo stoccaggio dell'idrogeno e alla distribuzione agli acquirenti.<sup>1</sup>

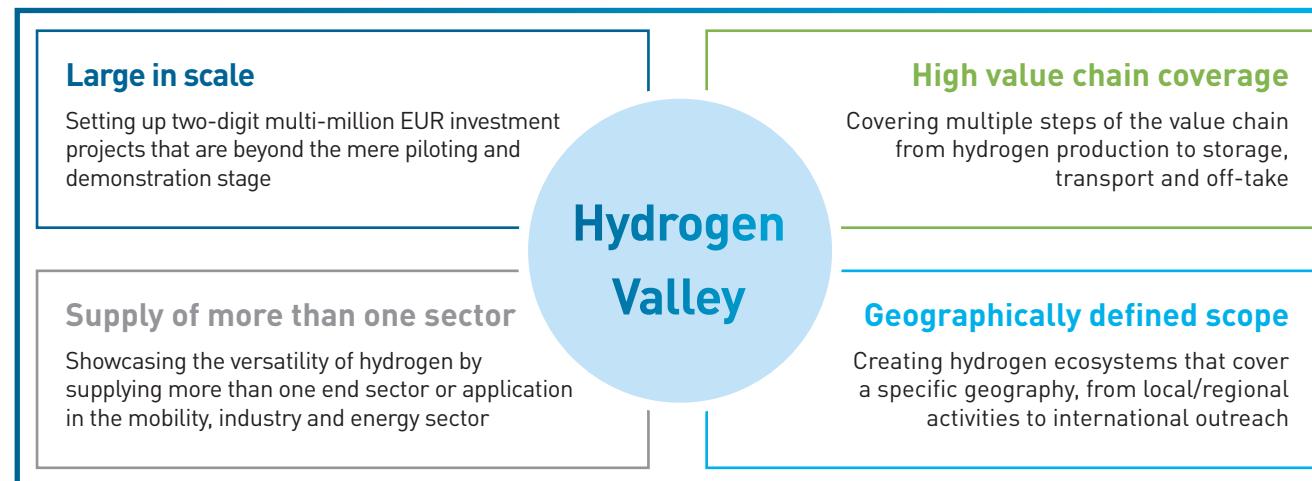


Figura1 : Cosa rende un'Hydrogen Valley<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fonte: Commissione europea, [https://www.clean-hydrogen.europa.eu/get-involved/hydrogen-valleys\\_en](https://www.clean-hydrogen.europa.eu/get-involved/hydrogen-valleys_en), ultimo accesso: 18.09.2025.

<sup>2</sup> Commissione europea, [https://www.clean-hydrogen.europa.eu/get-involved/hydrogen-valleys\\_en](https://www.clean-hydrogen.europa.eu/get-involved/hydrogen-valleys_en), ultimo accesso: 18.09.2025.

Al momento della stesura delle presenti linee guida, sono attive le seguenti Hydrogen Valleys (Fonte: Clean Hydrogen Partnership):

<b>Hydrogen Valleys su larga scala (4.000 t/anno)</b>		
HEAVENN	Paesi Bassi	Valle integrata con produzione, stoccaggio, distribuzione e molteplici usi finali.
NAHV (North Adriatic Hydrogen Valley)	Italia / Slovenia / Croazia	Valle transfrontaliera che collega produzione e utilizzi in tre territori.
BalticSeaH2	Finlandia / Estonia	Corridoio/valle dell'idrogeno per aumentare la produzione, lo stoccaggio e gli usi multisettoriali.
IMAGHyNE	Francia	Valle regionale per la produzione e l'utilizzo di grandi volumi di idrogeno nell'industria e nell'energia.
H2 Valley	Austria	Valle industriale interna che punta alla decarbonizzazione dell'industria pesante, alla mobilità e all'energia.
CyLH2Valley	Spagna	Grande valle regionale dell'idrogeno che integra industria, mobilità e usi energetici.
<b>Hydrogen Valleys su piccola scala (500 t/anno)</b>		
BIG-HIT	Regno Unito	Territorio pioniere nell'uso dell'idrogeno per i sistemi energetici e i trasporti delle isole (progetto concluso).
GreenHysland	Spagna	Ecosistema insulare a idrogeno per la mobilità, l'energia e il rifornimento.
TRIERES	Grecia	Valle dimostrativa regionale nella zona di Corinzia.
CRAVE-H2	Grecia	Creta Valle dell'idrogeno che collega energie rinnovabili, produzione e usi locali.
SH2AMROCK	Irlanda	Valle dell'idrogeno regionale per la mobilità e l'industria locale.
TH2ICINO	Italia	Dimostrazione di microeconomie dell'idrogeno attraverso casi d'uso replicabili.
LuxHyVal	Lussemburgo	Piccolo ecosistema regionale dell'idrogeno e sviluppo delle infrastrutture.
HYSouthMarmara	Turchia	Valle regionale dell'idrogeno per l'industria e la mobilità.
ZAHYR	Bulgaria	Valle dell'idrogeno incentrata sul cluster industriale/energetico di Stara Zagora.
CONVEY	Danimarca	Valle dell'idrogeno incentrata sui porti che collega la produzione agli usi marittimi/portuali.
AdvancedH2Valley	Francia	Progetto regionale per la produzione e l'uso multisettoriale dell'idrogeno.
H2tALENT	Portogallo	Valle nella regione dell'Alentejo finalizzata alla diffusione regionale dell'idrogeno.
HySPARK	Polonia	Valle dell'idrogeno nella Polonia centrale per l'approvvigionamento e l'integrazione regionali.
EASTGATEH2V	Slovacchia	Progetto della valle dell'idrogeno regionale di Košice.
Hyceland	Islanda	Hydrogen Valley sfrutta le energie rinnovabili islandesi per la produzione e gli utilizzi.

## 1 INTRODUZIONE

A livello macroregionale, il territorio dello Spazio Alpino riveste un'importanza strategica: fornisce una quantità considerevole di energia elettrica rinnovabile, proveniente principalmente dall'energia idroelettrica e, in misura crescente, anche dall'energia solare ed eolica, mentre allo stesso tempo ospita diverse industrie difficili da abbattere (ad esempio impianti metallurgici e chimici, settore automobilistico, cartiere, cementifici) che faranno sempre più affidamento sulle applicazioni dell'idrogeno per raggiungere i loro obiettivi di emissioni di CO<sub>2</sub> fissati dal regolamento (UE) [2023/959](#) per il settore ETS e dal regolamento sulla condivisione degli sforzi (ESR) per i settori non ETS (regolamento (UE) [2018/842](#)).

Diversi progetti pilota in tutto l'arco alpino stanno attualmente producendo idrogeno verde e testando tecnologie innovative. Diversi governi regionali e locali stanno portando avanti iniziative autonome o mirano a realizzare piccole o grandi valli dell'idrogeno nell'UE che integrino produzione, stoccaggio, distribuzione e applicazioni per l'uso finale.

Data l'importanza delle regioni nell'attuazione dei progetti pilota sull'idrogeno e nella gestione delle iniziative delle valli dell'idrogeno, lo Spazio Alpino ha prospettive favorevoli per essere ulteriormente sviluppato come area di collaborazione in cui i livelli europeo, nazionale e subnazionale nel contesto dell'idrogeno verde diventano sempre più interconnessi.

Visitate la [piattaforma SKYLINE](#) per maggiori dettagli sui progetti pilota H<sub>2</sub> e sulle piccole e grandi valli dell'idrogeno nello Spazio Alpino:



## Hydrogen Ecosystems in the Skyline of the Alps

A place to map and discover projects on hydrogen. A place to develop their own projects with strategic guidelines and

H<sub>2</sub>FasT Evaluation Tool

Explore the map

# NOTA METODOLOGICA

1. Le presenti linee guida e raccomandazioni politiche sono rivolte principalmente ai decisori locali, regionali e nazionali dello Spazio Alpino. Si basano sulle lezioni apprese dall'attuazione delle attività AMETHyST dello Spazio Alpino. La **mappatura e l'analisi delle strategie, delle politiche e delle iniziative esistenti in materia di idrogeno**, in combinazione con una ricerca documentale sulla letteratura specialistica esistente in materia di governance dell'idrogeno e sulle questioni tecniche relative alla diffusione dell'idrogeno verde;
2. L'organizzazione e la realizzazione di **quattro tavole rotonde transnazionali di esperti e visite di studio sulle migliori pratiche** nell'ambito del programma di scambio interregionale (eventi organizzati negli anni 2023-2025 a Innsbruck (AT), Lubiana (SI), Bolzano (IT) e Paluzza (IT) con la partecipazione di una serie di attori chiave, responsabili politici regionali e nazionali, progetti di implementazione dell'H2, piattaforme Hydrogen Valley, agenzie per l'energia e scienza e ricerca; Input raccolti attraverso il sondaggio online AMETHyST per esperti: «Enhanced Governance for Green Hydrogen in the Alps» (Miglioramento della governance per l'idrogeno verde nelle Alpi).<sup>3</sup>

Il presente documento tratta delle **barriere e delle lacune** individuate nel settore dell'idrogeno verde, nonché dei conseguenti **campi di intervento** e delle raccomandazioni per le politiche pubbliche.



Figura 2 : Tavola rotonda di esperti a Innsbruck, 4 ottobre 2023, Agenzia per l'energia dell'Alto Adige – CasaClima.



Figura 3: Visita di buone pratiche presso GKN Hydrogen a Brunico/Bruneck (I), 13 giugno 2024

<sup>3</sup>I risultati dell'indagine sono disponibili nell'allegato al presente documento.

# OSTACOLI E LACUNE NELL'ATTUAZIONE DEI PROGETTI SULL'IDROGENO VERDE

**La realizzazione di progetti relativi all'idrogeno verde è estremamente complessa.** Per avviare progetti relativi all'idrogeno verde è necessario superare diversi ostacoli. Nell'ambito del progetto AMETHyST è stato condotto un sondaggio tra esperti per ottenere una visione più approfondita degli ostacoli esistenti nel campo dell'idrogeno verde.

Questi ostacoli includono i costi elevati per la produzione e il trasporto dell'idrogeno verde, la mancanza di infrastrutture di trasporto e la necessità di istituire una governance multilivello a sostegno dei progetti sull'idrogeno, nonché la mancanza di competenze all'interno delle amministrazioni e la mancanza di attenzione politica a sostegno dei progetti pilota sull'H<sub>2</sub>.

È necessario raccogliere e impiegare in modo mirato ingenti somme di investimento, creare strutture per riunire e coordinare gli attori lungo l'intera catena del valore dell'idrogeno. È necessario mettere in atto regolamenti e norme per facilitare l'attuazione dei progetti relativi all'idrogeno verde. Allo stesso tempo, l'attuazione dei progetti relativi all'idrogeno avrà successo solo se la popolazione accetterà questa tecnologia. Di conseguenza, è necessario adottare anche misure soft per comunicare in modo comprensibile le opportunità e i rischi che essa comporta.

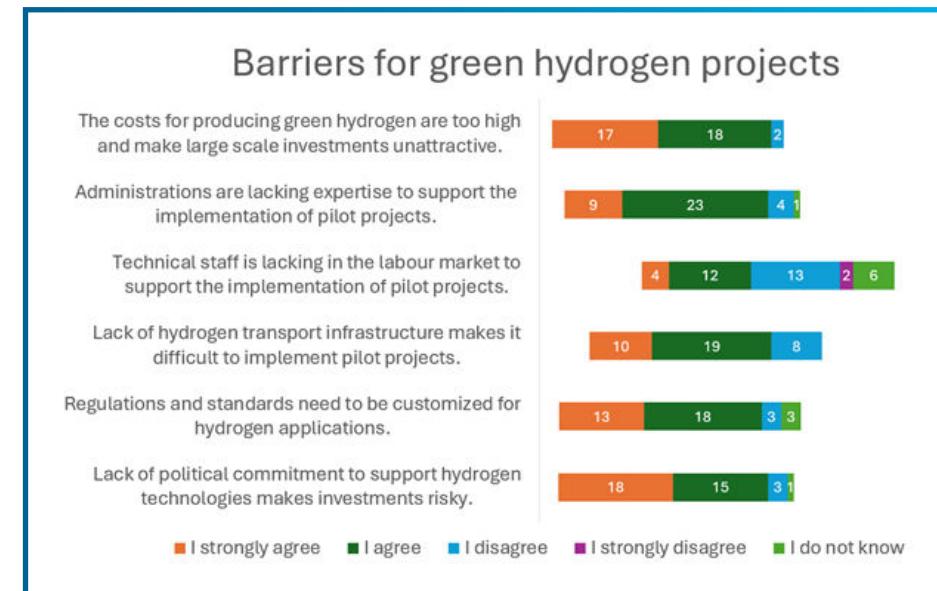


Figura 4 : Ostacoli ai progetti relativi all'idrogeno verde

# CAMPI DI INTERVENTO

Una governance solida svolge un ruolo chiave quando si tratta di creare un'economia dell'idrogeno resiliente e climaticamente neutra che contribuisca a superare in modo sostenibile gli ostacoli e le lacune sopra menzionati. Per diffondere in modo più efficiente l'idrogeno verde nelle Alpi è necessario un approccio politico integrato e multilivello. Sulla base dei contributi raccolti nell'ambito del progetto AMETHyST, sono stati individuati tre campi di intervento che devono essere ulteriormente definiti in modo strategico per facilitare l'espansione dei progetti di idrogeno verde nella regione alpina:



## 2 PROMUOVERE LA PIANIFICAZIONE DELLE POLITICHE REGIONALI E LE STRATEGIE PER L'IDROGENO VERDE

**Non tutte le regioni dello Spazio Alpino presentano le stesse condizioni o esigenze per avviare progetti sull'idrogeno.** Sebbene l'avvio di progetti di infrastrutture per l'idrogeno possa essere economicamente vantaggioso per lo sviluppo regionale, i vantaggi economici dovrebbero anche corrispondere a **fattori specifici legati al luogo, nonché agli obiettivi di politica climatica ed energetica.** Tra i fattori che favoriscono le applicazioni della tecnologia dell'idrogeno figurano, ad esempio, i vantaggi morfologici per l'a produzione eccedente di energia elettrica da fonti rinnovabili nelle zone montane, che in futuro dovrà essere assorbita e immagazzinata per garantire la stabilità della rete e la sicurezza energetica. Anche le caratteristiche dell'economia regionale sono fondamentali: le industrie difficili da abbattere faranno sempre più affidamento sulla tecnologia dell'idrogeno in futuro per raggiungere i loro obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

**Di conseguenza, le regioni o le amministrazioni locali che intendono attuare progetti di idrogeno verde dovrebbero farlo nell'ambito di un quadro politico ed economico strategico, idealmente adottando una strategia per l'idrogeno, al fine di evitare effetti negativi indesiderati,** come gli stranded asset o addirittura una riduzione del percorso di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, che possono derivare dall'aumento dell'input energetico per la produzione di idrogeno. La logica di intervento e i principi raccolti di seguito dovrebbero ispirare i responsabili politici e i decisori locali e regionali a sviluppare una propria strategia per l'idrogeno verde con **l'obiettivo di sostenere la creazione di un'economia sostenibile basata sull'idrogeno verde nello Spazio Alpino.**



# LOGICA DI INTERVENTO: DALLA VISIONE ALLA STRATEGIA

Per lo sviluppo di una strategia locale o regionale sull'idrogeno, si raccomanda la metodologia IRENA per l'elaborazione di politiche sull'idrogeno verde. Questa metodologia di intervento è stata originariamente creata come guida per il processo di elaborazione delle strategie nazionali sull'idrogeno. Tuttavia, può anche essere adattata, in larga misura, a livello subnazionale. I seguenti passaggi per formulare una strategia locale o regionale sull'idrogeno verde si basano sulle raccomandazioni sviluppate dall'IRENA:

## FASE 1: DOCUMENTO PROGRAMMATICO

In questo documento, l'amministrazione regionale o locale affronta le questioni fondamentali e le ipotesi alla base delle proprie ambizioni in materia di idrogeno. Secondo la metodologia IRENA, il documento deve rispondere alle domande relative alle motivazioni e agli obiettivi alla base dell'attuazione e del perseguimento di una strategia regionale per l'idrogeno. Si raccomanda di integrare nel processo le consultazioni con i partenariati pubblico-privati.

## FASE 2: ROADMAP

Durante lo sviluppo della tabella di marcia, viene elaborato un piano chiaro per mostrare quali azioni sono necessarie per comprendere meglio il potenziale dell'idrogeno nella regione. La tabella di marcia evidenzia le principali aree in cui è possibile utilizzare l'idrogeno ed elenca i primi passi necessari per avviare progetti locali. I partner pubblici e privati continuano a lavorare insieme e la loro cooperazione cresce man mano che i progetti pilota vengono avviati e sostenuti dalle autorità locali.

## FASE 3: STRATEGIA

La strategia regionale per l'idrogeno è un documento politico fondamentale. Essa definisce gli obiettivi principali per l'idrogeno verde e li allinea ad altre politiche, in particolare agli obiettivi energetici e climatici. Delinea inoltre le leggi e gli strumenti necessari per raggiungere questi obiettivi in materia di idrogeno.



Figura 5: Passaggi per formulare una strategia locale/regionale per l'idrogeno verde (metodologia IRENA)

# PRINCIPI POLITICI

Una delle sfide nella creazione di strategie per l'idrogeno è quella di allinearle agli ambiziosi obiettivi climatici ed energetici di “emissioni nette di CO<sub>2</sub> pari a zero”, lasciando al contempo spazio all'innovazione e ai progetti pilota per promuovere lo sviluppo di un mercato dell'idrogeno. I seguenti principi politici hanno lo scopo di consentire alle amministrazioni di allineare i loro progetti sull'idrogeno all'obiettivo di “emissioni nette di CO<sub>2</sub> pari a zero”.

## STUDIO CONSIGLIATO

Energy and greenhouse gases life cycle assessment of electric and hydrogen buses: A real-world case study in Bolzano, Italy. Gianluca Grazieschi, Alyona Zubaryeva, Wolfram Sparber. Eurac Research – Institute for Renewable Energy

### 1. “EFFICIENZA ENERGETICA AL PRIMO POSTO”

La crescita dell'idrogeno dovrebbe seguire il principio di politica energetica dell’“efficienza energetica prima di tutto”. Ciò significa che il miglioramento dell'efficienza energetica viene prima di tutto in tutti i settori chiave, come gli edifici, i trasporti, le famiglie, l'industria e l'economia in generale. Rendere più efficiente l'uso dell'energia è essenziale per l'obiettivo a lungo termine di produrre idrogeno verde.

### 2. ADDIZIONALITÀ DELLE FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

Per mantenere l'energia accessibile per le persone e le imprese, è importante seguire il principio dell'addizionalità delle energie rinnovabili. Ciò significa che l'idrogeno verde dovrebbe essere prodotto solo da energia rinnovabile extra e non deve competere con altri utenti di energia.

### 3. POTENZIALE DI DECARBONIZZAZIONE

L'idrogeno verde rimarrà probabilmente una fonte energetica scarsa per i prossimi decenni. Pertanto, il suo impiego dovrebbe sempre essere valutato rispetto a soluzioni alternative che possano anche ridurre le emissioni. Ad esempio, se l'elettrificazione diretta utilizzando energia rinnovabile combinata con misure di efficienza energetica è tecnicamente fattibile e più conveniente dal punto di vista economico, dovrebbe essere preferita all'idrogeno. La ricerca indica che l'elettrificazione diretta offre spesso un maggiore potenziale di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Di conseguenza, l'idrogeno verde dovrebbe essere utilizzato principalmente in settori che non possono essere elettrificati direttamente o dove consente riduzioni sostanziali di CO<sub>2</sub> rispetto ad altre soluzioni.

## 4. PARTNERSHIP PUBBLICO-PRIVATE E MODELLI COLLABORATIVI

Quando si pianificano le priorità, le tabelle di marcia e le strategie locali o regionali in materia di idrogeno, è preferibile farlo nell'ambito di un partenariato pubblico-privato che coinvolga tutti gli stakeholder locali importanti. Ciò dovrebbe includere i produttori e gli utenti locali di idrogeno verde, gli operatori di rete e di infrastrutture, nonché il mondo della scienza e della ricerca. Lavorare nell'ambito di un partenariato più ampio aiuta a fissare obiettivi realistici per i progetti locali e regionali in materia di idrogeno e a costruire catene del valore dell'idrogeno complete.

## 5. GOVERNANCE E COOPERAZIONE MULTILIVELLO

Gli obiettivi locali e regionali in materia di idrogeno devono essere coordinati con gli obiettivi politici dei contesti di governance multilivello, in particolare a livello nazionale e transregionale, al fine di contrastare gli squilibri tra domanda e offerta nel mercato dell'idrogeno verde e di rendere l'idrogeno verde commerciabile rispetto all'idrogeno non climaticamente neutro. In questo contesto, è particolarmente importante determinare se la creazione di catene del valore dell'idrogeno chiuse a livello locale sia l'opzione migliore. È necessario creare collaborazioni strategiche che superino i confini amministrativi per collegare i siti di produzione, gli utenti industriali e i corridoi transeuropei. La cooperazione transfrontaliera può affrontare la sfida dell'armonizzazione delle normative ed elaborare strategie di investimento condivise per costruire un ecosistema dell'idrogeno verde più coeso.

## 6. ATTUAZIONE DI STRUMENTI DI ORIENTAMENTO PER L'IDROGENO VERDE

It is important to avoid situations where using non-green hydrogen creates habits or dependencies that slow down the energy transition. Local and regional policy and administrative measures should be promoted and implemented to support the growth of the green hydrogen economy. For example, public procurement can encourage the use of green hydrogen by setting minimum sustainability standards in contracts and purchases. This helps increase demand for green hydrogen and supports its entry into the market.

### MIGLIORI PRATICHE

Un Consiglio dell'idrogeno composto da **rappresentanti del mondo imprenditoriale, scientifico, della società civile e delle autorità locali** accompagna l'attuazione della tabella di marcia per l'idrogeno nello Stato tedesco del Baden-Württemberg. Il suo compito è quello di elaborare raccomandazioni per l'attuazione della tabella di marcia per l'idrogeno.

Per ulteriori informazioni:  
<https://www.plattform-h2bw.de>

## 7. ALLINEAMENTO DELLE POLITICHE

Gli obiettivi locali e regionali in materia di produzione, trasporto e uso finale dell'idrogeno devono essere integrati nei piani e nelle politiche energetiche e climatiche locali e regionali. L'attenzione principale dovrebbe concentrarsi **sull'espansione dell'energia verde regionale e sulla promozione dell'efficienza energetica** in tutti i settori, al fine di coprire la domanda aggiuntiva di elettricità verde per la produzione di idrogeno e, allo stesso tempo, essere in grado di rispettare i percorsi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> definiti dalla politica energetica e climatica regionale.

## 8. MONITORAGGIO DI FOLLOW-UP

L'impatto dell'idrogeno come vettore energetico sull'approvvigionamento energetico locale e regionale e sui costi di investimento deve essere monitorato al fine di evitare *stranded asset* e rendere così il più socialmente sostenibile possibile lo sviluppo dell'economia dell'idrogeno. A tal fine, è necessario aggregare serie di dati che dimostrino la produzione e l'uso finale dell'idrogeno verde distribuito dai diversi settori. Allo stesso tempo, occorre valutare se le leggi, le normative e gli incentivi di accompagnamento che sono stati messi in atto hanno raggiunto gli obiettivi politici previsti o meno. Gli strumenti politici devono quindi essere adeguati nel tempo.

## 9. COMUNICAZIONE E ACCETTAZIONE

Per creare accettazione e comprensione sociale nei confronti della tecnologia dell'idrogeno, i vantaggi e gli svantaggi, nonché i rischi esistenti delle applicazioni dell'idrogeno, devono essere comunicati al pubblico in modo trasparente. In questo contesto, anche gli obiettivi politici devono essere presentati in modo comprensibile per sensibilizzare e ottenere l'accettazione dei cittadini nei confronti della politica sull'idrogeno. Ciò è particolarmente consigliabile a causa dell'elevato impegno finanziario necessario per la realizzazione di progetti pilota.

## 10. MIGLIORARE LE CONOSCENZE E LE COMPETENZE

In quanto tecnologia del futuro, il tema dell'idrogeno deve trovare spazio nei settori dell'istruzione, della formazione e dell'aggiornamento professionale per poter soddisfare la crescente domanda di manodopera qualificata che accompagnerà l'introduzione delle tecnologie a idrogeno nei prossimi decenni.

# 3 PROMUOVERE IL COORDINAMENTO TRA LE STRATEGIE NAZIONALI E REGIONALI IN MATERIA DI IDROGENO

Negli Stati che aderiscono al Programma Spazio Alpino, la governance multilivello nel settore dell'idrogeno ha registrato progressi di varia entità. Cinque dei sette Stati alpini (Germania, Italia, Francia, Austria, Svizzera) hanno adottato una strategia nazionale per l'idrogeno. La Slovenia sta attualmente elaborando una strategia.



Tabella1 : Strategie nazionali sull'idrogeno nello Spazio Alpino

Paese	Stato di attuazione	Anno di pubblicazione	Documento
Austria	Strategia pubblicata	2022	Ministero federale per la protezione del clima, l'ambiente, l'energia, la mobilità, l'innovazione e la tecnologia: <a href="#">Strategia sull'idrogeno per l'Austria, 2022.</a> Sintesi: lingua <a href="#">tedesca</a> / <a href="#">inglese</a>
		Relazione di attuazione disponibile	
Francia	Strategia pubblicata	2020 / (aggiornata nel 2023) Strategia in fase di revisione	Ministero della Transizione ecologica: <a href="#">Strategia nazionale per lo sviluppo dell'idrogeno decarbonizzato in Francia, 2023.</a>
Germania	Strategia pubblicata	2020 / (aggiornata nel 2023)	Ministero federale dell'Economia e dell'Energia: <a href="#">Strategia nazionale per l'idrogeno, 2020.</a> Ministero federale dell'economia e della protezione del clima: <a href="#">Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie, 2023.</a> Ministero federale dell'Economia e dell'Energia: <a href="#">La strategia nazionale Strategia nazionale per l'idrogeno, 2023</a>
Italia	Strategia nazionale pubblicata	2024	Strategia nazionale italiana per l'idrogeno: <a href="https://www.mase.gov.it/comunicati/idrogeno-presentata-la-strategia-nazionale-piu-scenari-la-sua-diffusione">https://www.mase.gov.it/comunicati/idrogeno-presentata-la-strategia-nazionale-piu-scenari-la-sua-diffusione</a>
Liechtenstein	-	-	-
Slovenia	-	-	-
Svizzera	Strategia pubblicata	2024	Bundesrat: Wasserstoffstrategie für die Schweiz, <a href="https://www.news.admin.ch/newsd/message/attachments/91122.pdf">https://www.news.admin.ch/newsd/message/attachments/91122.pdf</a>

Allo stesso tempo, i governi regionali e le amministrazioni locali hanno adottato piani d'azione e strategie individuali, sono state create "vallate dell'idrogeno" e sono stati avviati progetti pilota da parte di partenariati privati e pubblico-privati. In questo contesto, sarà importante istituire strutture di governance in grado di mettere in contatto i responsabili delle decisioni e le parti interessate ai vari livelli per guidare meglio l'attuazione delle politiche sull'idrogeno nel lungo periodo. Si suggerisce pertanto di avviare approcci proattivi dal basso verso l'alto e dall'alto verso il basso a partire dai livelli corrispondenti.

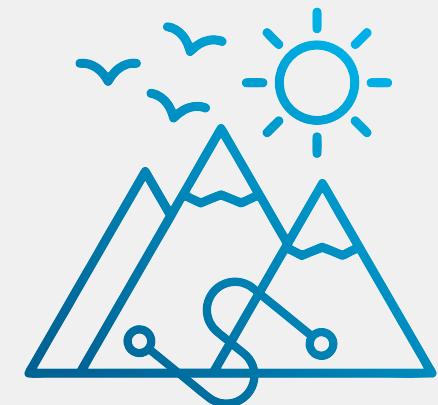
### 3 PROMUOVERE IL COORDINAMENTO TRA LE STRATEGIE NAZIONALI E REGIONALI IN MATERIA DI IDROGENO

# COLLEGARE LE AMBIZIONI REGIONALI ALLE STRATEGIE NAZIONALI

Una delle sfide sarà quella di combinare gli sforzi locali e regionali nel campo dell'idrogeno con le strategie nazionali e di istituire un sistema di governance che colleghi le varie strategie e gli obiettivi nel sistema di governance multilivello. In questo contesto, le tabelle di marcia e le strategie regionali dovranno essere allineate alle strategie nazionali.

## BUONA PRATICA **HyLand**

L'iniziativa **HyLand** (“Regioni dell'idrogeno in Germania”) è stata lanciata nel 2019 dal Ministero federale per il digitale e i trasporti (BMDV) ed è gestita dalla **NOW GmbH**, di proprietà federale. Essa sostiene le regioni di tutta la Germania **nell'avvio, nella pianificazione e nell'attuazione** di progetti sull'idrogeno, collegandoli agli obiettivi della strategia nazionale sull'idrogeno. Dal suo lancio nel 2021, circa **60 regioni** hanno ricevuto sostegno per lo sviluppo e l'attuazione di concetti relativi all'H<sub>2</sub>.



# CREAZIONE DI STRUTTURE DI SUPPORTO NAZIONALI

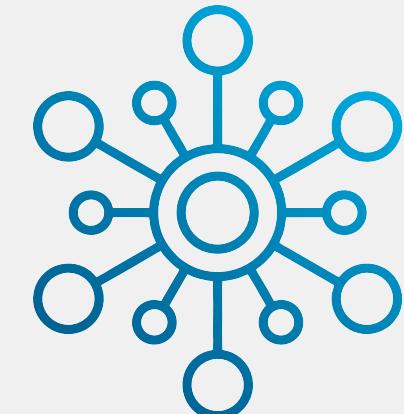
La creazione di strutture di supporto, come sportelli unici e piattaforme nazionali di stakeholder, che promuovono l'attuazione della strategia nazionale per l'idrogeno in modo coordinato, è vantaggiosa per lo sviluppo delle catene del valore dell'idrogeno a livello locale e regionale. Uno dei compiti di queste strutture di supporto è quello di facilitare il flusso di informazioni e competenze nel sistema di governance multilivello, alimentando così la realizzazione di progetti sull'idrogeno. Queste strutture di supporto fungono da punti di contatto per le misure di finanziamento, le leggi e i regolamenti, da strumento di trasferimento delle conoscenze a livello inter e attraverso la diffusione di studi e l'attuazione di misure di formazione continua; mettono in rete gli stakeholder dell'industria, della scienza e della ricerca; fungono da mediatori tra le aziende del settore dell'idrogeno e da centro di segnalazione **delle lacune normative e degli ostacoli giuridici nell'economia dell'idrogeno** che devono essere colmati o rimossi dalla legislazione nazionale al fine di facilitare l'attuazione dei progetti sull'idrogeno.

## BUONE PRATICHE

### SPORTELLO UNICO NAZIONALE PER LE OPPORTUNITÀ DI FINANZIAMENTO DELL'H<sub>2</sub>

Per fornire supporto ai vari attori del settore dell'idrogeno, il governo tedesco ha creato uno "sportello unico" che funge da primo punto di contatto. Esso fornisce informazioni generali sul tema dell'idrogeno, nonché sugli obiettivi e sulle misure della Strategia nazionale per l'idrogeno. Inoltre, contiene una panoramica di tutti gli strumenti di finanziamento del governo federale destinati a sostenere e promuovere la rapida diffusione sul mercato delle tecnologie dell'idrogeno a livello nazionale, europeo e internazionale. Un centro di contatto offre la possibilità di contattare esperti di finanziamento tramite telefono o e-mail per trovare le giuste opzioni di finanziamento per i progetti.

<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Wasserstoff/home.html>



# 4 PROMUOVERE LA COOPERAZIONE TRANSREGIONALE E TRANSFRONTALIERA

Nella fase iniziale dell'economia dell'idrogeno, la cooperazione transfrontaliera e transregionale è fondamentale per garantire l'interoperabilità e il coordinamento delle infrastrutture H<sub>2</sub>, creare un mercato di produttori e consumatori e sostenere le economie di scala. Le regioni dello Spazio Alpino, in particolare, hanno ampi margini di cooperazione, dato che molte di esse affrontano sfide simili legate ai processi di trasformazione nella mobilità e nella transizione energetica. Esse dovranno impegnarsi in una cooperazione più forte a livello tecnologico, industriale, scientifico, di ricerca e politico.



Si raccomanda di istituire gruppi di lavoro congiunti di esperti per:

- **PROMUOVERE IL NETWORKING E LO SCAMBIO DI CONOSCENZE:** incoraggiare la condivisione delle migliori pratiche e delle lezioni apprese dai progetti sull'idrogeno in corso nello Spazio Alpino, assicurando che le esperienze e le sfide siano affrontate collettivamente. Concentrarsi sulla definizione e la promozione di buone pratiche in settori quali i meccanismi di finanziamento, la governance dell'idrogeno e lo sviluppo di infrastrutture transfrontaliere. Le piattaforme di conoscenza esistenti, come la piattaforma SKYLINE, dovrebbero essere ulteriormente sviluppate in modo strategico, al fine di raccogliere e comunicare le buone pratiche nelle Alpi, favorendo così lo scambio di conoscenze.
- **ISTITUIRE UN QUADRO DI MONITORAGGIO:** sviluppare un sistema completo per il monitoraggio e la revisione dei progetti sull'idrogeno in tutto l'arco alpino, con l'obiettivo di identificare strategie di attuazione, modelli finanziari e pratiche di governance di successo.
- **AFFRONTARE LE LACUNE POLITICHE:** identificare e affrontare regolarmente le lacune nelle politiche attuali, in particolare nei settori della mobilità transfrontaliera e delle infrastrutture per l'idrogeno. Ciò può includere la definizione di standard per i quadri tecnici e normativi.
- **COORDINARE I FONDI PUBBLICI E FACILITARE LA LORO APPLICAZIONE:** istituire un meccanismo centralizzato per coordinare l'assegnazione dei finanziamenti a sostegno di progetti infrastrutturali comuni nello spazio alpino. Sviluppare un processo semplificato per aiutare gli stakeholder della regione alpina a richiedere i finanziamenti dell'UE nell'ambito del quadro finanziario pluriennale 2028+.
- **PROMUOVERE INFRASTRUTTURE COLLABORATIVE:** incoraggiare joint venture tra più regioni alpine per sviluppare progetti di infrastrutture per l'idrogeno su larga scala, massimizzando le risorse e condividendo le competenze. Ad esempio, mettendo in rete piccole e grandi valli dell'idrogeno.



## 4 PROMUOVERE LA COOPERAZIONE TRANSREGIONALE E TRANSFRONTALIERA

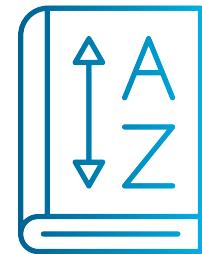
- **DIALOGHI POLITICI REGOLARI:** creare forum di dialogo politico regolari per coinvolgere le principali parti interessate/i principali attuatori locali e regionali nella revisione e nello sviluppo delle politiche sull'idrogeno a livello dell'UE. Utilizzare le piattaforme di revisione delle politiche esistenti, come i meccanismi di consultazione pubblica, per influenzare le decisioni politiche relative all'idrogeno e alla mobilità.
- **SVILUPPARE STANDARD COMUNI:** lavorare per stabilire standard tecnici, normativi e operativi condivisi per le tecnologie dell'idrogeno in tutta la regione alpina, al fine di garantire una perfetta integrazione delle infrastrutture per l'idrogeno e delle soluzioni di mobilità.
- **ALLINEARE LE STRATEGIE NAZIONALI E REGIONALI:** incoraggiare l'allineamento delle strategie nazionali e regionali in materia di idrogeno per facilitare la cooperazione transfrontaliera e l'interoperabilità all'interno dello Spazio Alpino.
- **GARANTIRE LA SOSTENIBILITÀ:** integrare i principi di sostenibilità in tutti i progetti e le politiche relativi all'idrogeno, assicurando che contribuiscano agli obiettivi a lungo termine della neutralità climatica e della transizione energetica nella regione alpina.
- **QUADRO POLITICO A LUNGO TERMINE:** promuovere la creazione di un quadro politico a lungo termine per lo sviluppo dell'idrogeno che garantisca stabilità, incentivi e chiarezza per gli investitori, gli operatori del settore e i consumatori della regione.
- **AUMENTARE IL COINVOLGIMENTO DEL PUBBLICO E COINVOLGERE LE COMUNITÀ LOCALI:** sensibilizzare il grande pubblico e le principali parti interessate sui vantaggi e le sfide delle tecnologie dell'idrogeno, promuovendo una più ampia accettazione dei nuovi progetti e delle nuove infrastrutture. Garantire che le comunità locali siano coinvolte sin dalle prime fasi di pianificazione dei progetti sull'idrogeno per affrontare le preoccupazioni e ottenere il sostegno del pubblico.



## 4 PROMUOVERE LA COOPERAZIONE TRANSREGIONALE E TRANSFRONTALIERA

# 5 BIBLIOGRAFIA

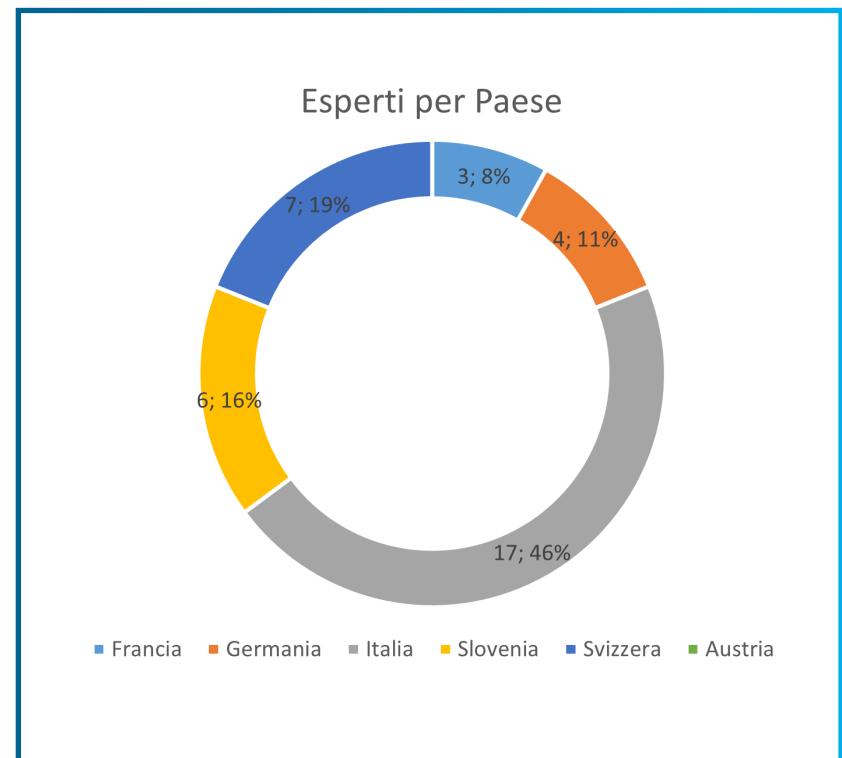
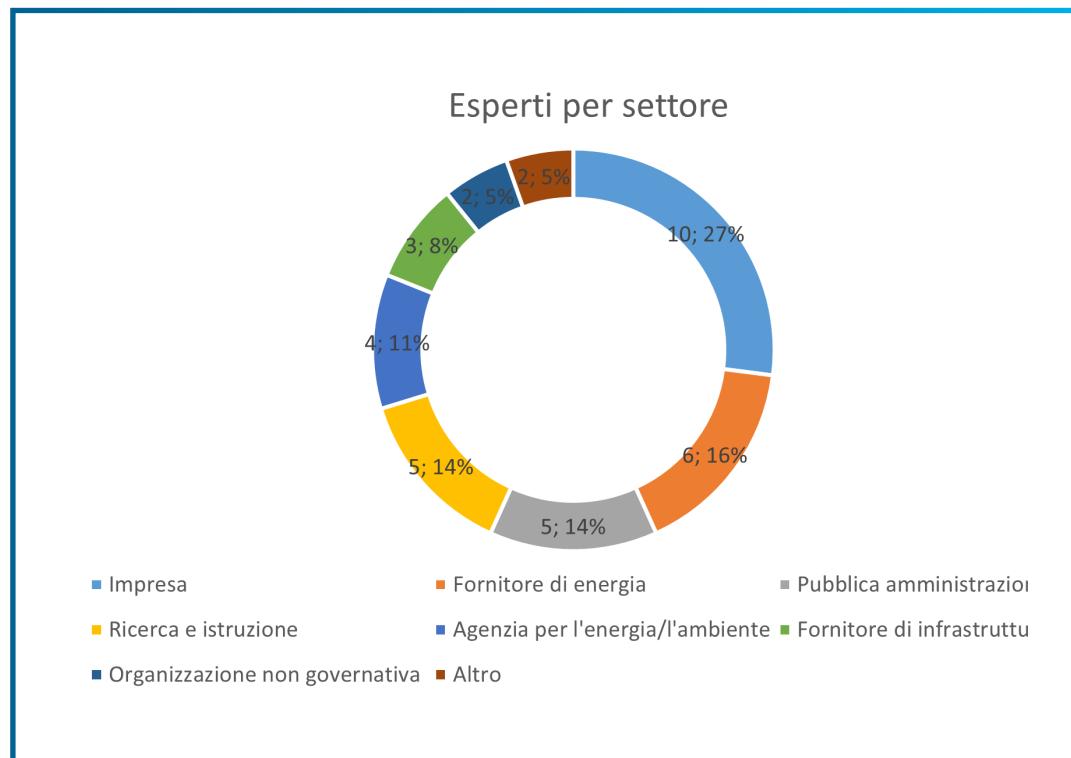
- The European hydrogen policy landscape. European Hydrogen Observatory. April 2024. <https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/>
- S3Cop – S3 Hydrogen Valleys. Mapping Service Analytical Report. Technopolis Group.
- ASSET Study on Hydrogen generation in Europe. Overview of costs and key benefits. European Commission, 2021.
- The role of renewable H<sub>2</sub> import & storage to scale up the EU deployment of renewable H<sub>2</sub>. ENTEC. February 2022.
- EUSALP Policy Brief: [https://www.alpine-space.eu/wp-content/uploads/2022/12/EUSALP\\_policybrief\\_2021\\_en.pdf](https://www.alpine-space.eu/wp-content/uploads/2022/12/EUSALP_policybrief_2021_en.pdf)
- Hydrogen Council, „Hydrogen scaling up - A sustainable pathway for the global energy transition,” 2017.
- IEA, „The Future of Hydrogen - Seizing todays opportunities,” 2019.
- IEA, Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity, 2023. <https://www.iea.org/reports/>
- Hydrogen Council, „How hydrogen empowers the energy transition,” 2017.
- Hydrogen Council, „Path to hydrogen competitiveness - A cost perspective,” 2020.
- HyLand – Hydrogen Regions in Germany, <https://www.hy.land/en/>
- Energy Strategy 2030 of Liechtenstein: <https://archiv.llv.li/files/avw/energiestrategie-2030.pdf>
- Hydrogen Strategy Austria: [www.bmk.gv.at/themen/energie/publikationen/wasserstoffstrategie.html](http://www.bmk.gv.at/themen/energie/publikationen/wasserstoffstrategie.html)
- Strategia nazionale idrogeno: [https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/Strategia\\_Nazionale\\_Idrogeno\\_Linee\\_guida\\_preliminari\\_nov20.pdf](https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/Strategia_Nazionale_Idrogeno_Linee_guida_preliminari_nov20.pdf)
- CESI Studies: Strategia Italiana sull’Idrogeno. <https://www.cesi.it/app/uploads/2021/10/CESI-Studies-Strategia-Italiana-sullIdrogeno.pdf>
- EURAC Research (2023): Data and scenarios for zero-emission buses. Links to all papers: <https://www.eurac.edu/en/>
- Free University of Bolzano (2022): Green Hydrogen for the Alps. <https://www.alpine-region.eu/publications/>
- Fraunhofer, „Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland“, Karlsruhe und Freiburg, 2019.
- Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU), Hydrogen Roadmap Europe - A Sustainable Pathway for the European Energy Transition, Luxemburg, 2019.
- National Hydrogen Strategy: <https://s3.production.france-hydrogène.org/>
- Plan de déploiement de l’hydrogène pour la transition énergétique: [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan\\_deployment\\_hydrogène.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan_deployment_hydrogène.pdf)



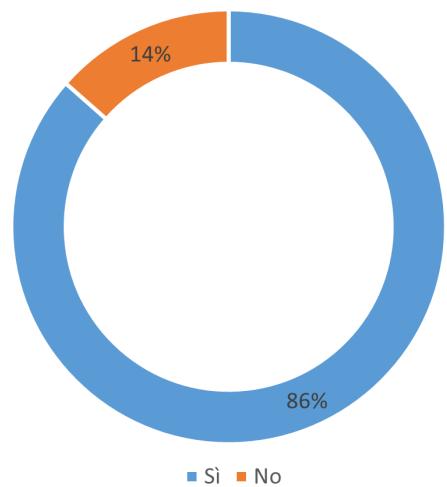
# 6 ALLEGATO 1



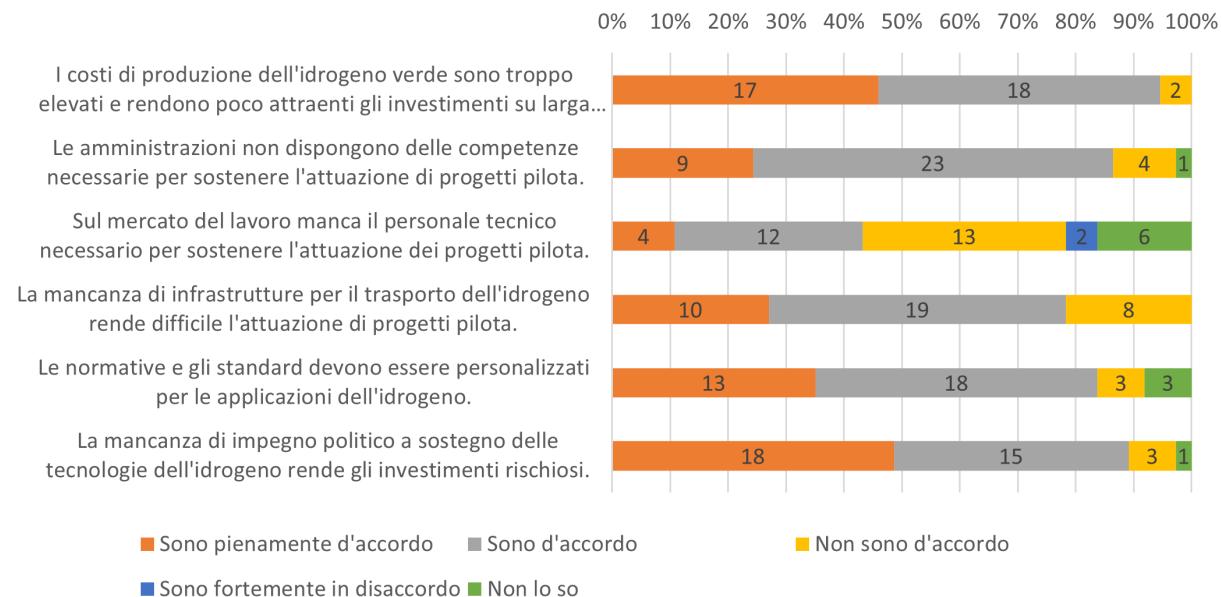
Risultati del sondaggio AMETHyST tra gli esperti: "Miglioramento della governance per l'idrogeno verde nelle Alpi"



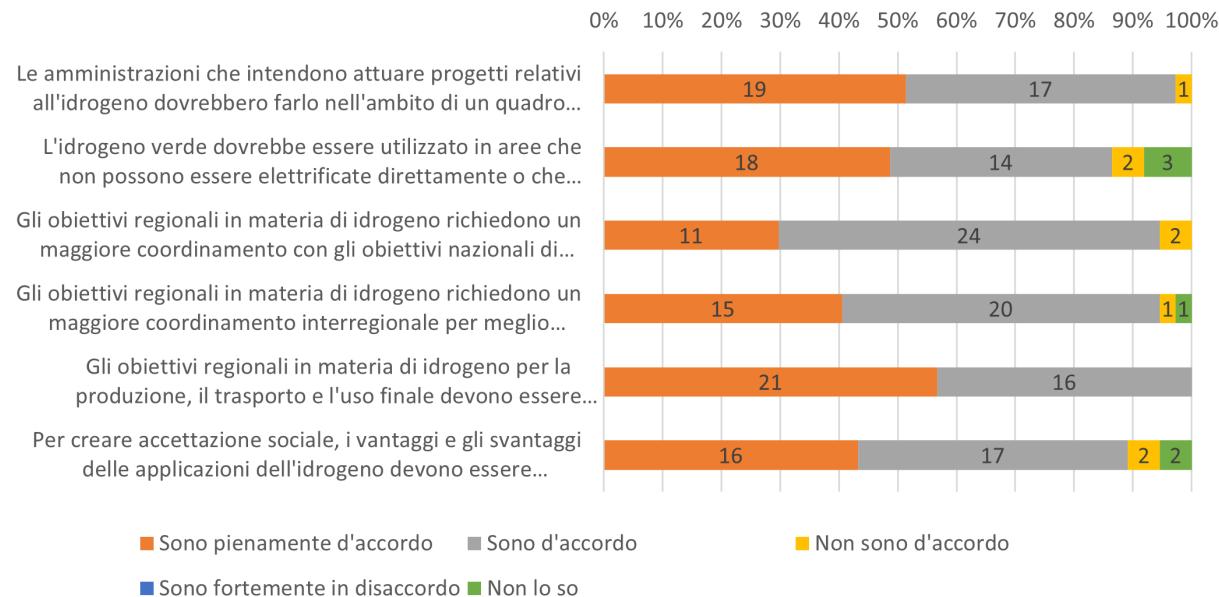
Coinvolgimento diretto nell'attuazione dell'organizzazione in  
progetti/politiche H2 verdi



## Ostacoli ai progetti sull'idrogeno verde



## Pianificazione della politica regionale



## Collaborazione transregionale e transnazionale

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

È necessario un maggiore scambio di informazioni sui modelli di governance efficaci per migliorare l'integrazione degli sforzi regionali nelle strategie nazionali in materia di idrogeno



È necessaria una collaborazione transfrontaliera più intensa per una migliore pianificazione delle infrastrutture



La creazione di una rete transfrontaliera di progetti pilota sarebbe utile per facilitare l'apprendimento tra pari



La creazione di una rete di valli dell'idrogeno nelle Alpi sarebbe utile per facilitare l'apprendimento tra pari



■ Sono pienamente d'accordo ■ Sono d'accordo ■ Non sono d'accordo ■ Sono fortemente in disaccordo ■ Non so



## PARTNER RESPONSABILE DELLA COMPILAZIONE DEL PRESENTE DOCUMENTO



**Agenzia per l'energia dell'Alto Adige - CasaClima**  
A.-Volta-Str. 13A, 39100 Bozen/Bolzano, Italia  
Telefono: (+39) 0471 062 140  
E-mail: [benjamin.auer@klimahausagentur.it](mailto:benjamin.auer@klimahausagentur.it); [maren.meyer@klimahausagentur.it](mailto:maren.meyer@klimahausagentur.it)

## PARTNER CAPO PROGETTO



**Agenzia per l'energia e l'ambiente dell'Alvernia-Rodano-Alpi**  
Rue Gabriel Péri 18, 69100 Villeurbanne, Francia  
Telefono: (+33) 0478372914, +33 0472563365  
E-mail: [etienne.vienot@auvergnerhonealpes-ee.fr](mailto:etienne.vienot@auvergnerhonealpes-ee.fr); [maxime.penazzo@auvergnerhonealpes-ee.fr](mailto:maxime.penazzo@auvergnerhonealpes-ee.fr)

## CON I CONTRIBUTI DI



<https://www.tenerrdis.fr>



<https://www.fbk.eu>



<https://www.ape.fvg.it>



<https://www.standort-tirol.at>



<https://www.provincia.tn.it>



<https://energiewende-oberland.de>



<https://www.energap.si>



<https://blueark.ch>



Co-funded by  
the European Union

AMETHyST

Questo progetto è cofinanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale attraverso il programma Interreg Spazio Alpino

