



Policy Brief

ISSN: 2281-5023

CiMET

Centro Universitario Nazionale
di Economia Applicata - dal 2005

TITLE . Il ruolo dell'idrogeno verde nel processo di transizione energetica: implicazioni per la politica industriale

ABSTRACT . La diffusione dell'idrogeno verde rappresenta una rilevante opportunità per ridurre le emissioni globali derivanti dall'uso dei combustibili fossili nell'industria ed è una fonte energetica essenziale per sopperire al fabbisogno energetico dell'Unione Europea entro il 2050. Tuttavia, rendere questo processo sostenibile anche economicamente richiede un forte intervento pubblico ed un rinnovato ruolo delle politiche di governo. Il policy brief illustra progetti, politiche e strumenti per la de-carbonizzazione della produzione di idrogeno e la diffusione dell'idrogeno verde come fonte alternativa nei processi industriali, con particolare riferimento ai settori ad emissioni difficili da abbattere. Si concentra in particolare su interventi mirati a: i costi delle tecnologie e delle infrastrutture, la creazione della domanda e gli investimenti.

KEYWORDS . Fonti Energetiche Rinnovabili, Idrogeno, Decarbonizzazione Processi Industriali, Settori ad Alta Intensità Energetica, Settori ad Emissioni Difficili da Abbattere, Politica Industriale.

AUTHORS . **CLAUDIO PETTI**
Università del Salento e CiMET
claudio.petti@unisalento.it

Working Paper CiMET / Policy Brief 17/2023

Working Paper CiMET/Policy Brief are part of the c.MET05 Working Papers Series. They have a special synthetic format and they are circulated for policy discussion and comment purposes. They have not been peer-reviewed or been subject to the review by the CiMET Board of Directors.

© 2023 by **Claudio Petti**. All rights reserved. Short sections of text, not to exceed two paragraphs, may be quoted without explicit permission provided that full credit, including © notice, is given to the source.

Il ruolo dell'idrogeno verde nel processo di transizione energetica: implicazioni per la politica industriale

Claudio Petti

L'idrogeno verde come alternativa nei settori ad alta intensità energetica

L'idrogeno è un vettore energetico ad alta intensità e a basso impatto carbonico che può essere utilizzato in svariate applicazioni, dai trasporti al riscaldamento, fino all'industria pesante e alla produzione di combustibili e prodotti chimici.

L'idrogeno è attualmente molto usato nella raffinazione del petrolio e nell'industria chimica. Tuttavia, benché l'idrogeno possa essere prodotto praticamente con ogni fonte energetica è tuttora ottenuto prevalentemente con combustibili fossili, il c.d. idrogeno 'grigio', con forti emissioni di anidride carbonica (CO₂). Tali emissioni potrebbero essere evitate attraverso la produzione di idrogeno con fonti rinnovabili, quali l'energia solare, il c.d. idrogeno 'verde'.

L'idrogeno verde viene prodotto generalmente da elettrolisi dell'acqua, impiegando elettricità generata da fonti rinnovabili. Diverse sono le tecniche e tecnologie impiegate (ad es. la separazione dell'acqua tramite energia solare o termochimica o, ancora, la gasificazione delle biomasse), altre sono in corso di esplorazione (come l'energia nucleare).

Ci si attende in particolare che l'idrogeno possa essere la soluzione per la decarbonizzazione di quei settori ad alta intensità energetica con emissioni difficili da abbattere, come la siderurgia, il petrolchimico, la produzione di cemento e gli altri settori in cui l'elettrificazione non sia possibile o conveniente. Farrell (2023) riporta stime tra il 10 ed il 25% del fabbisogno globale di energia che potrebbe essere servito dall'idrogeno. La stessa roadmap Europea si attende che entro il 2050 un quarto del fabbisogno energetico dell'Unione possa essere soddisfatto dall'idrogeno.

In Italia, l'*International Energy Agency-IEA*¹ censisce 32 progetti collegati all'idrogeno, molti dei quali relativi alla fornitura di elettricità ed alla mobilità. I progetti finalizzati all'utilizzo dell'idrogeno nel petrolchimico, nella produzione di ferro e acciaio e, in generale, nei settori e processi che necessitano di alte temperature sono così distribuiti: 4 per il raffinamento dei prodotti petroliferi, 2 per la produzione di ferro e acciaio ed i restanti 8 in altri settori che necessitano di alte temperature (come ad esempio il cemento od il vetro). Concentrandoci sui primi due settori, nei quali l'idrogeno 'grigio' è più usato ed in cui la produzione di idrogeno 'verde' può maggiormente contribuire ad abbattere le emissioni di CO₂, si tratta di impianti con dimensioni comprese tra i 7MW del progetto *Sicilian Sustainable Steel* ed i 20MW della *Dalmine Steel Mill*, passando per i 10MW della *Taranto Sustainable Refinery*. Sono progetti tutti allo stadio di studio di fattibilità, che prevedono l'inizio della produzione di idrogeno verde finalizzato all'utilizzo dei rispettivi processi produttivi entro la fine di quest'anno (come la *Taranto Sustainable Refinery*) e quello venturo (come la *Sicilian Sustainable Steel*)

Si tratta di una capacità produttiva ancora limitata e più costosa rispetto agli impianti già operativi che ottengono idrogeno 'grigio' con fonti fossili e soluzioni di cattura, utilizzo e stoccaggio della CO₂ (CCUS) come ad esempio le raffinerie Shell e Alco nei Paesi Bassi o di Sturgeon in Canada. Il passaggio ad una produzione efficiente e competitiva di idrogeno pulito richiede quindi un forte intervento pubblico per passare dalla fattibilità all'operatività, ma ha grandi potenzialità nei settori ad elevata intensità energetica e con emissioni difficili da abbattere come la produzione di acciaio. Secondo le previsioni del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) la realizzazione di idrogeno verde potrebbe infatti portare ad una riduzione delle emissioni di CO₂ del 90% nella produzione di pre-ridotto. Inoltre il posizionamento dell'Italia tra i più grandi produttori di acciaio ed i ben noti problemi dei suoi poli siderurgici nazionali, rendono la decarbonizzazione del settore attraverso l'idrogeno verde una opportunità foriera di ricadute positive ben oltre la sfera ambientale ed economica.

¹ Fonte: Clean Energy Demonstration Projects Database, disponibile al link <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/clean-energy-demonstration-projects-database?country=Italy>

Le sfide della diffusione dell'idrogeno verde nei processi industriali

Al fine di poter realizzare il potenziale accennato e contribuire alla decarbonizzazione dei processi industriali dei settori ad alta intensità energetica, ci sono diverse sfide da affrontare a cominciare dai costi delle tecnologie e delle infrastrutture. È stato infatti stimato che il costo dell'elettrolisi sia cinque volte quello della sua alternativa 'grigia' consolidata (Eljack e Kazi, 2021) e due-tre volte superiore a quella delle soluzioni di cattura, utilizzo e stoccaggio della CO₂ (IRENA, 2020). Per rendere competitivo tale procedimento, i *driver* rilevanti individuati in letteratura sono la scala di produzione, la capacità produttiva impiegata, la ricerca e sviluppo, nonché i costi dell'elettricità, che sappiamo essere molto dipendente da eventi esterni. A tali fattori bisogna inoltre aggiungere scenari o interventi che prevedano un elevato e crescente costo delle alternative di produzione 'fossili'. Si intrecciano quindi aspetti collegati sia all'offerta sia alla domanda che, prendendo l'esempio della produzione di acciaio, portano a prevedere, per alcuni versi ancora con un certo ottimismo, il raggiungimento di un costo competitivo dell'idrogeno verde intorno al 2040 negli Stati Uniti e anche oltre in Europa e Giappone (IEA, 2019).

Lato offerta, oltre al fatto che molti dei progetti censiti sono ancora allo stadio di valutazione della fattibilità e comunque di portata non adeguata a soddisfare le esigenze di uno stabilimento medio (MISE, 2020), si lamenta, in generale, anche un ritmo di innovazione insufficiente rispetto agli obiettivi posti relativamente al contributo dell'idrogeno verde al 2050 (Acharya, 2022). Si deve inoltre tenere in considerazione la grande quantità di energia elettrica rinnovabile necessaria a generare la quantità di idrogeno a tal fine (si vedano Cammeraat et al., 2022; IRENA, 2021), che va ad aggiungersi a quella già prevista per raggiungere gli altri obiettivi di decarbonizzazione. Non è quindi difficile prevedere che, almeno nel breve periodo, si potrebbe produrre una situazione di carenza nell'offerta di energia rinnovabile. È poi importante lo sviluppo di una infrastruttura appropriata. Tuttavia, in quest'ambito la sfida sembra più alla portata, grazie alla possibilità di utilizzare l'infrastruttura per il trasporto del gas esistente. Peraltro, alcuni studi effettuati nel Regno Unito e negli Stati Uniti dimostrano come i costi di sviluppo di una tale infrastruttura finalizzata a superare la fase di prima adozione e la massa critica necessaria, non siano così alti come si potrebbe pensare (si vedano Staffell et al., 2019; Gagliano, 2017).

Un'adeguata infrastruttura distributiva è fondamentale per lo sviluppo del mercato e della domanda. Sotto questa seconda prospettiva, è indubbio come lo scenario internazionale e la conseguente necessità di affrancarsi dalla dipendenza dal gas naturale, possa dare una forte spinta all'utilizzo dell'idrogeno verde, ad esempio nella produzione di pre-ridotto. Nelle linee guida preliminari per la strategia nazionale dell'idrogeno si prevede una penetrazione complessiva sugli impieghi finali dello stesso fino al 2% entro il 2030 e fino al 20% della domanda energetica finale nel 2050. Per quanto riguarda i settori ad alta intensità di emissione, la penetrazione dell'idrogeno sarà tanto più rapida e rilevante quanto lo sarà la disponibilità di fonti rinnovabili per la sua produzione. Sono altresì fondamentali una regolamentazione in materia di emissioni (e in particolare le politiche tese ad aumentare il costo della CO₂ e dei combustibili fossili), la creazione ed aggiornamento di quadri giuridici normativi e standard tecnici e di sicurezza ad hoc per consentire la produzione, il trasporto e lo stoccaggio di idrogeno, nonché la promozione della ricerca e sviluppo e, in generale, tutti quei provvedimenti tesi ad aumentare la competitività tecno-economica delle tecnologie dell'idrogeno.

Gli investimenti a tal fine sono ingenti. Le stime delle linee guida preliminari della strategia nazionale dell'idrogeno prevedono nel decennio 2020-2030 la necessità di investire fino a 10 miliardi euro solo per la costruzione della supply chain di produzione di idrogeno, la costruzione di infrastrutture di distribuzione e consumo, la ricerca sviluppo e l'adeguamento delle infrastrutture esistenti (e.g. la rete gas). A questi vanno aggiunti gli investimenti per la diffusione delle rinnovabili. Questi investimenti però, oltre a contribuire alla riduzione delle emissioni di CO₂, si prevede avranno un significativo impatto sul P.I.L. (fino a 27 miliardi di Euro in più) e sull'occupazione (anche se solo relativamente allo sforzo di messa in opera nel periodo considerato).

La sfida nella sfida riguarda, dunque, la capacità di stimolare e consolidare la crescita

di nuove competenze attraverso un investimento in ricerca e sviluppo che crei una industria dell'idrogeno e della sua innovazione, anche a fini di esportazione, mirata a massimizzare l'impatto sull'occupazione di lungo termine e di qualità.

È chiaro come la portata e l'urgenza delle sfide suddette è tale da richiedere investimenti, incertezze e rischi tali per cui non è pensabile che i soli investimenti privati possano sopperirvi.

Quali politiche per i settori ad emissioni difficili da abbattere?

Già inseriti nella legge di riordino del settore energetico come oggetto di progetti di ricerca e commercializzazione dei certificati verdi nel 2004 e oggetto di incentivazione e disciplina in ambito di infrastrutture nell'ambito della mobilità tra il 2009 ed il 2016, i provvedimenti a supporto allo sviluppo ed alla diffusione dell'idrogeno prendono slancio nel 2020, con le Linee Guida Preliminari della Strategia Nazionale dell'Idrogeno e poi nel 2021 con il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) post-pandemica. Si prendono in considerazione obiettivi di sviluppo sia della domanda sia della capacità produttiva, nonché i diversi modelli di produzione dell'idrogeno verde².

Più specificatamente è *nell'ambito della* produzione, della distribuzione e dell'utilizzo finale dell'idrogeno della Missione 2-C2 che troviamo il riferimento all'utilizzo dell'idrogeno nei settori ad alte emissioni con uno stanziamento di 2 Miliardi di Euro sui 3,19 totali destinati alla misura, finalizzati allo sviluppo di progetti strategici a partire dalla siderurgia ed alla creazione di 'valli dell'idrogeno'. Riguardo a queste ultime, si prevede di utilizzare prevalentemente siti industriali dismessi, con l'obiettivo ultimo di stimolare la diffusione di modelli che riducano la necessità di trasportare idrogeno attraverso la produzione ed il consumo in loco. Nel 2022 è stato lanciato l'avviso pubblico per la selezione di proposte volte alla realizzazione di impianti di produzione di idrogeno su tali siti, da finanziare attraverso il PNRR. A questo si aggiunge un ulteriore provvedimento, risalente all'agosto 2022, che prevede uno specifico stanziamento, orientato verso il Mezzogiorno, finalizzato alla riduzione della dipendenza dai combustibili fossili mediante l'elettrificazione dei processi produttivi o l'utilizzo di idrogeno rinnovabile e di idrogeno elettrolitico da parte delle imprese. Si tratta di un provvedimento facilitato da un regime più favorevole in termini di aiuti di Stato (MIMiT, 2022) per il quale i cambiamenti in atto nella geopolitica dell'energia associati alla sicurezza energetica (Griffiths et al., 2021), specialmente per l'Unione Europea (Bordoff e O'Sullivan, 2022) hanno giocato un ruolo determinante. Ciò è ravvisabile nel piano RePower EU, anche con particolare riferimento all'idrogeno rinnovabile.

In questa materia, si ravvisano diverse tipologie di interventi: dallo snellimento della regolamentazione per consentire la diffusione di infrastrutture ad idrogeno e stimolare la domanda (p.e. attraverso la creazione e di certificati di garanzia di origine), agli incentivi fiscali per sostenere la produzione di idrogeno verde, alla tassazione dei prodotti energetici e ad una revisione generale delle sovvenzioni ai combustibili fossili, fino alla creazione di un programma nazionale di ricerca sulle aree e le tecnologie prioritarie per la produzione dell'idrogeno, con particolare riferimento agli elettrolizzatori (MiSE, 2020).

Secondo i recenti studi scientifici in merito alle politiche relative alla produzione e diffusione dell'idrogeno verde nei settori ad emissioni difficilmente abbattibili, la principale sfida da affrontare è l'incertezza relativa alle tempistiche dell'adozione dell'idrogeno verde, considerato che, come riportato in merito ai progetti, le applicazioni sono ancora allo stadio pre-commerciale (si veda Farrell, 2023).

L'intervento di *policy* si rende quindi necessario per stimolare sia l'offerta, riducendo l'incertezza connaturata allo sviluppo tecnologico, sia la domanda, rimuovendo le barriere che potrebbero impedirne l'adozione nel mercato. Mentre la prima riguarda principalmente i costi (dell'elettrolisi, delle applicazioni e delle tecnologie sostitute), la seconda riguarda le barriere, da quelle economiche ed istituzionali, fino a quelle comportamentali.

Tali interventi devono essere indirizzati in primo luogo a fallimenti di mercato che pos-

² i.e. produzione integrale su sito, produzione su sito tramite trasporto di energia rinnovabile e produzione centralizzata con trasporto di idrogeno.

sono ridurre gli investimenti necessari alla produzione della quantità di idrogeno finalizzata al raggiungimento degli obiettivi prefissati, come il sostegno alla ricerca e allo sviluppo. Ma anche verso fallimenti di governo che possono rallentare l'adozione dell'idrogeno verde nei processi industriali o addirittura produrre effetti distorsivi, come le procedure di spesa o le modalità di progettazione delle politiche. Bisogna infatti considerare le politiche in una prospettiva più ampia, nel loro complesso, al fine di evitare la produzione di inattesi effetti compensativi e distorsivi. Per esempio, un incentivo od un sussidio alla domanda di idrogeno, se non accompagnato da interventi lato produzione di espansione della capacità produttiva dello stesso oppure in un contesto di carenza di offerta come quello attuale, può portare solo ad un aumento dei prezzi piuttosto che ad un'accelerazione della diffusione dell'idrogeno verde e la produzione dei suoi effetti sulla decarbonizzazione.

Un approccio particolarmente bilanciato sotto la prospettiva della domanda e dell'offerta, sembra essere quello tedesco, che va da schemi di incentivi finalizzati al passaggio dei processi industriali verso tecnologie basate sull'idrogeno a strumenti innovativi per l'attrazione di investimenti privati nel settore garantiti dal Governo, fino a provvedimenti regolatori finalizzati all'adeguamento della infrastruttura di distribuzione esistente (si veda Acharya, 2022).

Complessivamente, con il supporto della letteratura analizzata, è possibile identificare una serie di interventi, tutti condivisibili e che possono essere considerati con particolare riferimento alla diffusione dell'idrogeno nei settori con emissioni difficili da abbattere oggetto di questo *policy brief*:

- sviluppo di prodotti di investimento e, *cum grano salis*, di sussidi o provvedimenti di supporto ai prezzi per compensare i rischi di investimenti in elettrolizzatori, sul modello, per esempio, dei *Carbon Contract for Difference-CCfD* tedeschi;
- promozione della ricerca e sviluppo tesa ad aumentare l'efficienza e la riduzione dei costi di produzione dell'idrogeno verde ed aggiornamento della regolamentazione finalizzata ad accelerarne l'adozione delle tecnologie di produzione nei processi industriali ad alta intensità energetica.
- provvedimenti di carattere fiscale tesi a limitare progressivamente l'utilizzo di fonti fossili;
- sostegno alla creazione di modelli di produzione e consumo come i distretti industriali e le 'valli dell'idrogeno', queste ultime nella loro accezione di ecosistemi locali finalizzati alla produzione, stoccaggio, trasporto ed utilizzo di idrogeno pulito;
- in coerenza con l'intervento precedente, si sottolinea la rilevanza di politiche tese allo sviluppo e alla valorizzazione di reti di partenariato inclusive, che coinvolgano tutti gli attori pubblici e privati della comunità locale nella condivisione e la cooperazione in progetti per la promozione e l'implementazione dei suddetti modelli. A tali fini, si rileva come i progetti pilota e/o dimostrativi possano essere uno strumento particolarmente efficace ai fini di attivare e sostenere dinamiche di pianificazione e sviluppo partecipato;
- infine si evidenzia la necessità di politiche di carattere 'comportamentale' volte a fare leva sul capitale sociale e reputazionale stimolando comportamenti ambientali virtuosi (si veda Brown e Hagen, 2010), incluse le campagne di informazione e sensibilizzazione.

In conclusione, l'idrogeno rappresenta una opportunità relevantissima nella transizione energetica nei settori ad alta intensità energetica con emissioni difficili da abbattere. Ma affinché i benefici evidenziati e gli ambiziosi obiettivi prefissati, l'intervento pubblico e le politiche hanno un ruolo altrettanto rilevante, praticamente in ogni ambito, per superare le sfide ancora poste dallo sviluppo tecnologico, infrastrutturale, produttivo, economico e commerciale.

Particolare rilievo rivestono il sostegno alla ricerca ed allo sviluppo finalizzata a superare i limiti tecnici ed economici dell'elettrolisi, anche attraverso lo sviluppo di competenze, nonché allo sviluppo di una adeguata capacità produttiva e dell'energia rinnovabile necessaria. Quest'ultima una vera e propria sfida nella sfida, considerata la sovrapposizione di con gli altri obiettivi di decarbonizzazione. A tal fine l'accelerazione dei procedimenti autorizzativi, nonché la diffusione di nuovi modelli localizzati di produzione e consumo attraverso sensibilizzazione e pianificazione partecipata saranno determinanti. Considerata la situazione

attuale, risulta comunque necessario prevedere un periodo transitorio e di aggiustamento che, perlomeno in una fase iniziale potrebbe richiedere importazione e soluzioni di produzione di idrogeno con cattura, immagazzinamento e riutilizzo della Co₂

In linea generale si ravvede la necessità di un appropriato *policy mix* che bilanci: 1) politiche lato domanda e lato offerta; 2) regolamentazione ed incentivi, affinché i costi diretti ed indiretti della prima non contrastino con gli effetti dei secondi in termini di innovazione (si veda Petti et al., 2023), l'incremento della capacità produttiva e la diffusione nei processi industriali, nonché 3) gli interessi e le aspettative dei vari attori lungo la *supply chain* e delle comunità locali interessate. In estrema sintesi, un *policy mix* con tre caratteristiche fondamentali: la coerenza, la credibilità e l'inclusività.

Riferimenti Bibliografici

- Acharya, A. (2022). Scaling-up Green Hydrogen Development with Effective Policy Interventions. *Journal of Sustainable Development*, 15(5):135-49.
- Bordoff, J., O'Sullivan, M.L. (2022). Green Upheaval. The new Geopolitics of Energy. *Foreign Affairs*, Jan/Feb
- Brown, G., Hagen, D.A. (2010). Behavioral economics and the environment. *Environmental and Resource Economics*, 46(2):139-46.
- Cammeraat, E., Dechezleprêtre, A., Lalanne, G. (2022). Innovation and industrial policies for green hydrogen. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 125, OECD Publishing, Paris
- Eljack, F., Kazi, M. K. (2021). Prospects and challenges of green hydrogen economy via multi-sector global symbiosis in Qatar. *Frontiers in Sustainability*, 1.
- European Union (2016). Hydrogen Roadmap Europe. A sustainable pathway for the European energy transition. Publication Office of the European Union.
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0817d60d-332f-11e9-8d04-01aa75ed71a1/language-en>
- Farrell, N. (2023). Policy design for green hydrogen. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 178, 113216
- Gagliano, J.X. (2017). Retail Ben. Hydrogen fueling station network update. California Fuel Cell Partnership.
- Griffiths, S., Sovacool, B. K., Kim, J., Bazilian, M., Uratani J.M. (2021). Industrial decarbonization via hydrogen: A critical and systematic review of developments, socio-technical systems and policy options. *Energy Research & Social Science*, 80, 102208.
- International Energy Agency-IEA (2019). The Future of Hydrogen: seizing today's opportunities. IEA Publications. <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>
- International Renewable Energy Agency-IRENA (2020). Green hydrogen cost reduction. Scaling up Electrolysers to meet the 1.5°C Climate Goal. IRENA, Abu Dhabi.
<https://www.irena.org/publications/2020/Dec/Green-hydrogen-cost-reduction>
- International Renewable Energy Agency-IRENA. (2021). Renewable capacity highlights.
<https://www.irena.org/publications/2021/March/Renewable-Capacity-Statistics-2021>
- Ministero delle Imprese e del Made in Italy-MIMIT. 'Giorgetti firma decreti su rafforzamento contratti di sviluppo', 25 ago 2022. <https://www.mimit.gov.it/index.php/it/notizie-stampa/giorgetti-firma-decreti-su-rafforzamento-contratti-di-sviluppo>
- Ministero dello Sviluppo Economico-MiSE ora Ministero delle Imprese e del Made in Italy-MiMiT (2020). Strategia Nazionale Idrogeno. Linee Guida Preliminari.
https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/Strategia_Nazionale_Idrogeno_Linee_guida_preliminari_nov20.pdf
- Petti, C., Lepore, D., Liakh, O., Elia, G. (2023). When is research and development more effective in times of crisis? The role of environmental policies. *European Journal of Innovation Management*, Ahead of print.
- Staffell, I., Scamman, D., Abad, A.V., Balcombe, P., Dodds, P.E., Ekins, P. et al. (2019) The role of hydrogen and fuel cells in the global energy system. *Energy & Environmental Science*, 12 (2):463-91.