

Area Strategica Elettrolizzatori e reti

ALLEGATO A – DISCIPLINARE TECNICO DELL’AVVISO PUBBLICO

Data di apertura avviso pubblico: 28 Aprile 2025

Data di scadenza avviso pubblico: 12 Giugno 2025

1. Premessa e obiettivi

L'idrogeno ha attualmente un ruolo importante come *feedstock* in specifici settori industriali, quali la raffinazione, l'industria chimica o l'acciaio, con una domanda nazionale annua che supera 0,5 Mton (2024); è prodotto principalmente da combustibile fossile (es. gas naturale) attraverso il processo di *reforming* del metano (*Steam Methane Reforming* - SMR), e solo una quota trascurabile (< 0,001 Mton) è annualmente prodotta per mezzo di elettrolisi dell'acqua. Pur non rappresentando l'unica soluzione a disposizione per la produzione di idrogeno ai fini della decarbonizzazione del sistema energetico e dei consumi finali, l'elettrolisi dell'acqua è considerata la tecnologia di riferimento e la più matura per la produzione di idrogeno rinnovabile il cui promettente impiego è stato evidenziato nella comunicazione della Commissione Europea al Parlamento per la definizione di una Strategia dell'idrogeno per una Europa climaticamente neutrale [1].

Il Regolamento europeo *Net Zero Industry Act* [3] del 2024, coerentemente con le priorità di ricerca, innovazione e sviluppo promosse dal *SET-Plan (European Strategic Energy Technology Plan)* [3], riconferma il ruolo dell'idrogeno nella decarbonizzazione dei settori industriali europei, inserisce gli elettrolizzatori tra le tecnologie *net-zero*, ed evidenzia gli strumenti economici (*Innovation fund, REPowerEU*) messi a disposizione per rafforzare la sovranità della EU in tecnologie chiave per la sicurezza energetica e la neutralità climatica, supportandone lo sviluppo e la creazione di posti di lavoro correlata.

Nel *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC)* 2030 [4] è prevista al 2030 una domanda di idrogeno rinnovabile pari circa alla metà dell'attuale domanda nazionale (circa 0,250 Mton) e fortemente concentrata nell'industria (46%) e nei trasporti (54%). Più precisamente il *PNIEC* stima che almeno il 70% di tale domanda di idrogeno verde sarà prodotta sul territorio nazionale con processo di elettrolisi, richiedendo elettrolizzatori per una capacità installata dall'impatto non trascurabile sull'intero sistema elettrico nazionale, sia in fase di sviluppo¹ sia in fase di gestione e controllo da parte del *Transmission System Operator (TSO)/ Distribution System Operator (DSO)*² [5][6]. In particolare, all'elettrolizzatore potrà essere richiesto di contribuire al servizio di riserva di potenza attiva da impiegare per la regolazione della frequenza di rete (es. servizio per il ripristino della frequenza al valore nominale 50 Hz, servizio di contenimento sia della deviazione di frequenza sia del gradiente della frequenza stessa) [7][8][9]. In tal modo si potrà rafforzare ancora di più il ruolo chiave dell'elettrolizzatore all'interno del processo di transizione energetica, di riduzione delle emissioni di gas serra e di diversificazione delle fonti energetiche, grazie alla produzione di idrogeno verde che potrebbe essere impiegato soprattutto nei settori industriale e dei trasporti come già indicato nella Strategia Nazionale Idrogeno 2024 [10]. Oltretutto, il documento strategico prevede anche una quota dei consumi finali a lungo termine a servizio della flessibilità del sistema elettrico (circa 0,1-0,17 Mton H₂) puntualizzando la coerenza del ruolo trasversale che l'elettrolizzatore e l'idrogeno prodotto potranno avere con il sistema rete elettrica.

Nel recente Rapporto Draghi "*EU Competitiveness: Looking Ahead*" [11], pur essendo evidenziata la necessità di mantenere un approccio tecnologicamente neutro, viene confermata l'importanza strategica della tecnologia per la produzione di idrogeno da elettrolisi; tuttavia, viene sottolineato il limitato ruolo dell'Europa nella filiera produttiva, nonostante le aspettative legate alla grande capacità di innovazione europea. Inoltre, l'elettrolisi presenta ancora dei limiti per essere competitiva rispetto agli attuali processi di SMR per la produzione di idrogeno (tra cui costi operativi elevati legati all'energia elettrica per l'alimentazione). Dal punto di vista della flessibilità di esercizio, invece, già alcune applicazioni sperimentali dimostrano la capacità dell'elettrolizzatore

¹ Ad esempio, a normativa vigente (delibera n. 281/05 del 19 dicembre 2005), la richiesta per nuova connessione di un impianto di consumo va presentata al distributore locale oppure al gestore di trasmissione a seconda che la taglia di impianto sia inferiore o maggiore/uguale a 10 MVA rispettivamente.

² Ad esempio, il gestore di rete nazionale ha il compito di mantenere l'equilibrio tra immissioni e prelievi di energia elettrica, con i necessari margini di riserva. A tale fine il gestore stesso impartisce disposizioni per l'utilizzazione e l'esercizio coordinati degli impianti direttamente connessi al sistema elettrico nazionale.

di contribuire alla regolazione della frequenza con fornitura, ad esempio, del servizio di *Frequency Containment Reserve* (FCR) e *automatic Frequency Replacement Reserve* (aFRR) [12][13][14][15]. Tuttavia, dato il grande sviluppo che avranno prossimamente le tecnologie eolica e fotovoltaica, connesse alla rete principalmente con sistemi ad *inverter*, il sistema elettrico necessiterà di servizi di regolazione sempre più prestanti e rapidi per il mantenimento di un funzionamento sicuro, soprattutto in occasione di eventi di perturbazione rilevanti (sbilanci di potenza conseguenti al distacco istantaneo di unità di generazione e/o carico di grossa taglia o di sistemi di interconnessione). Ad esempio, potenzialmente pregiato per la stabilità del sistema è il servizio di supporto di inerzia, che gli elettrolizzatori potrebbero fornire in forma sintetica tramite un opportuno controllo dell'*inverter*; a tal proposito una strategia di controllo di grande interesse e attualmente oggetto di sperimentazione presso i TSO è il cosiddetto *Grid Forming*³[16][17][18].

In ottica di rendere efficace l'utilizzo degli elettrolizzatori al fine del raggiungimento degli obiettivi della transizione energetica, coerentemente con gli obiettivi di *Mission Innovation* in merito al costo dell'idrogeno prodotto (2 \$/kg), alla produzione da rinnovabile e alla flessibilità della rete elettrica [19][20], si sottolineano l'importanza e l'urgenza di intraprendere azioni per mitigarne i costi operativi di funzionamento, ampliarne gli ambiti di applicazione e ridurre l'impatto ambientale, anche attraverso la realizzazione di progetti che ne considerino l'intera catena del valore, con un approccio circolare e tramite il recupero degli scarti. Tematiche affini sono oggetto di ricerca e sviluppo in ambito PNRR [21], coinvolgendo elettrolizzatori avanzati per la produzione di idrogeno da rinnovabili, studiando sia l'elettrolisi a bassa temperatura, sia quella ad alta temperatura, analizzando prestazioni, test e validazione di tecnologie innovative e commerciali, includendo materiali e processi assistiti da energia solare, con uno sviluppo di TRL tra 2 e 5. In linea con il principio *DNSH (Do No Significant Harm)*, la *Chemicals Strategy for Sustainability towards a Toxic-Free Environment* evidenzia la necessità di ridurre la presenza di fluoropolimeri (PFAS, *Per- and polyfluoroalkyl Substances*), identificati come pericolosi per la salute e l'ambiente ma fondamentali per la filiera degli elettrolizzatori e dichiarati come momentaneamente non sostituibili [22][23][24].

Il presente Disciplinare Tecnico è collegato all'Avviso Pubblico per la presentazione di Progetti di ricerca, sviluppo e innovazione tecnologica riguardanti gli Elettrolizzatori e reti elettriche finanziabili nell'ambito dell'iniziativa "Mission Innovation" 2.0 (di seguito "Avviso Pubblico").

2. Condizioni di ammissibilità delle proposte progettuali

Sono ammissibili a finanziamento le Proposte progettuali che riguardano progetti di ricerca, sviluppo e innovazione tecnologica:

- che consentano un incremento di TRL da un valore di partenza non inferiore a TRL 4 ad un valore di almeno TRL 7 a fine progetto;
- che consentano di raggiungere risultati coerenti con quanto specificato al seguente punto 3. Tematiche e risultati attesi;
- il cui costo totale sia compreso tra € 500.000,00 (cinquecentomila/00 euro) e € 5.000.000,00 (cinque milioni/00 di euro).

3. Tematiche e risultati attesi:

Le proposte progettuali devono riferirsi a una delle tematiche di cui all'Articolo 3 dell'Avviso Pubblico e devono prevedere di conseguire risultati in linea con gli obiettivi riportati nel seguito per la tematica alla quale si riferiscono, potendo comunque prevedere impatti anche su altre tematiche.

a) Tecnologia d'elettrolisi

- Miglioramento dell'efficienza di conversione dell'elettrolizzatore predisposto per la connessione a rete e configurabile a moduli.

A titolo di esempio, miglioramento della tecnologia ALK, PEM, AEM o SOEC attraverso l'installazione e/o la sostituzione di parti dell'elettrolizzatore con componenti innovativi e/o la

³ Un convertitore *grid forming* è in grado di auto-sincronizzarsi, ossia di determinare il proprio riferimento di tensione (in ampiezza e fase) e di imporlo alla rete, come avviene con i generatori sincroni, invece che dipendere dalla rete per ottenerlo. In tal modo, può fornire non solo *Fast Frequency Response* (ossia regolazione primaria rapida di frequenza), ma anche una vera e propria forma di inerzia sintetica (in quanto non richiede la misura del *Rate of Change of Frequency* e quindi non presenta i relativi ritardi) [18].

definizione di logiche di controllo dei dispositivi, anche considerando contributi sinergici quali fotolisi e/o sonolisi.

- Riduzione dell'impatto ambientale dell'elettrolizzatore lungo tutto il ciclo di vita, mediante la sostituzione di componenti inquinanti, cancerogeni o dannosi e/o mediante il riciclo e gestione di apparati e componenti a fine vita.

A titolo di esempio, si potrebbero considerare tecnologie innovative per la produzione di membrane per elettrolizzatori a scambio protonico PEM prive di sostanze alchiliche perfluorurate e polifluorurate (PFAS), oppure tecniche o metodi innovativi per il riutilizzo degli scarti, come l'acqua da osmosi nei trattamenti di deionizzazione, o componenti dello *stack* dell'elettrolizzatore.

- Ottimizzazione dei processi produttivi dei componenti della filiera.

A titolo di esempio, sviluppo o applicazione di tecnologie *digital-twin* o *AI* per la progettazione o realizzazione degli elettrolizzatori o di loro componenti, o anche per la manutenzione predittiva attraverso metodi di prognostica e diagnostica.

b) Elettrolizzatori e fonti rinnovabili

- Miglioramento delle prestazioni dei dispositivi di interfaccia degli elettrolizzatori alimentati da fonti rinnovabili.

A titolo di esempio, possono essere considerate soluzioni che incrementino il rendimento di rettificazione a livello dell'*inverter* dell'elettrolizzatore in una rete AC.

- Miglioramento delle condizioni di alimentazione di elettrolizzatori da fonti rinnovabili.

A titolo di esempio, sviluppo di strumenti, anche informatici, per l'individuazione di punti di ottimo di funzionamento dell'elettrolizzatore, sia in fase di produzione che in fase di restituzione alla rete elettrica, anche considerando il contributo di altre tecnologie a ridotte emissioni climalteranti (accumulo elettrochimico, termico, potenziale, *fuel-cell*).

- Miglioramento delle pratiche di progettazione del *layout* di un singolo impianto e/o di aggregati di impianti.

A titolo di esempio, miglioramento dei procedimenti, ed eventualmente anche degli strumenti informatici, per l'individuazione di tipologia e numero delle fonti rinnovabili asservite all'impianto elettrolizzatore e per la progettazione della disposizione e configurazione dell'impianto stesso.

c) Elettrolizzatori e rete elettrica

- Incremento dell'integrazione della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile non programmabile e della sicurezza del sistema elettrico, attraverso la fornitura di servizi ancillari di supporto alla regolazione della frequenza di rete e della tensione nodale.

A titolo di esempio, sviluppo e miglioramento delle caratteristiche di flessibilità di funzionamento dell'elettrolizzatore da poter impiegare, eventualmente in coordinamento con altri elementi di un impianto virtuale, per la fornitura di uno o più servizi di riserva di potenza attiva da impiegare per la regolazione della frequenza di rete (ripristino della frequenza al valore *target* - 50 Hz, - contenimento della deviazione di frequenza e della relativa derivata o *Rate of Change of Frequency*); tale flessibilità potrà essere fornita anche per mezzo della restituzione di potenza in rete attraverso la riconversione dell'idrogeno prodotto.

4. Impatti attesi

Le Proposte progettuali dovranno contribuire al conseguimento dei seguenti impatti:

- Riduzione significativa del costo livellato dell'idrogeno prodotto;
- Miglioramento dell'efficienza delle tecnologie d'elettrolisi;
- Estensione della vita utile degli elettrolizzatori e/o dei loro componenti;
- Promozione di azioni di circolarità e compatibilità ambientale nell'uso degli elettrolizzatori, attraverso l'adozione di tecniche e metodi per il riutilizzo degli scarti lungo tutta la filiera;

- Migliore integrazione dell'elettrolizzatore nel sistema elettrico attraverso un incremento della capacità sia di regolazione del sistema elettrico sia di sfruttamento della generazione da fonte rinnovabile non programmabile;
- Accrescimento di competenze tecniche e abilità pratiche ai fini dello sviluppo di nuove tecnologie (innovazione tecnologica), tramite l'acquisizione di una comprensione approfondita degli strumenti, delle metodologie e delle *best practice* nell'ambito specifico degli elettrolizzatori;
- Riduzione dell'impatto sulla salute e l'ambiente della filiera produttiva degli elettrolizzatori tramite la riduzione di componenti e/o processi nocivi ed inquinanti;
- Benefici economici e sociali, derivanti dalla creazione di nuovi posti di lavoro qualificati in settori innovativi e dall'aumento della competitività industriale.

5. Impegni di disseminazione

Le proposte progettuali dovranno includere attività dedicate alla comunicazione e disseminazione dei risultati, compatibilmente con i diritti di proprietà e in particolare prevedere:

- la realizzazione di un sito web o almeno di una pagina web dedicata in lingua italiana e inglese da mantenere costantemente aggiornato;
- la redazione di almeno un deliverable di sintesi pubblico all'anno in lingua inglese comprendente testi riassuntivi che MASE possa utilizzare per evidenziare il contributo italiano a Mission Innovation e da eventualmente integrare nei report annuali di MI;
- per tutti i deliverable un breve sommario in lingua inglese;
- la possibile pubblicazione di articoli scientifici e/o divulgativi;
- il contributo ad eventi Mission Innovation in presenza ed on-line che saranno organizzati da MASE/GPFM/CHM in ambito nazionale (almeno un evento all'anno) dedicati alla disseminazione dei risultati;
- contributi in lingua inglese inerenti aspetti tecnico-scientifici del progetto quali ad esempio casi di studio considerati/implementati e riassunti dei principali risultati ottenuti quale contributo italiano da riportare in documenti GPFM e CHM;
- presentazione dei principali risultati del progetto quale attività di condivisione delle conoscenze acquisite a eventi/webinar organizzati da GPFM e CHM;
- aggiornamenti almeno semestrali del progetto da disseminare attraverso i canali social (ad es. LinkedIn);
- il contributo alla valutazione dell'impatto dei progetti, attraverso la partecipazione a survey (questionari/interviste) dedicati a: identificazione dei prodotti valorizzabili, grado di innovazione rispetto ai Piani di Azione (*Action Plan*) di GPFM e CHM, scalabilità/replicabilità delle soluzioni, strategie di valorizzazione dei prodotti.

6. Key performance indicator

Ai fini della valutazione della proposta e come previsto all'Allegato B "Modello per la compilazione della domanda e della Proposta di progetto", deve essere indicato almeno un key performance indicator per almeno una delle seguenti categorie:

- gestionale;
- costo;
- qualità;
- rischio;
- eccellenza tecnico-scientifica (come misura del superamento dello stato dell'arte);
- valorizzazione industriale;
- comunicazione e disseminazione;
- ambientali, sicurezza e salute.

Appendice 1 – Definizioni

Termine	Definizione
Processo di <i>reforming</i> del metano (<i>Steam Methane Reforming</i>)	Una reazione chimica catalitica in cui il metano viene convertito in idrogeno e monossido di carbonio attraverso la sua interazione con il vapore acqueo ad alta temperatura. Si tratta di uno dei principali metodi industriali per la produzione di idrogeno.
Idrogeno verde	L'idrogeno prodotto attraverso processi che non generano emissioni di gas inquinanti, tipicamente tramite l'elettrolisi dell'acqua alimentata da fonti di energia rinnovabile come l'eolico o il solare.
Elettrolisi dell'acqua	Un processo elettrochimico che utilizza l'energia elettrica per scindere l'acqua in idrogeno e ossigeno. Questo è una delle tecnologie chiave per la produzione di idrogeno verde.
Decarbonizzazione dei settori industriali europei	Insieme di strategie e tecnologie adottate per ridurre le emissioni di gas serra associate ai processi produttivi. Tale transizione è fondamentale per raggiungere gli obiettivi climatici dell'Unione Europea e promuovere una crescita sostenibile.
Elettrolizzatore	Un dispositivo elettrochimico che consente di realizzare l'elettrolisi. Questi dispositivi sono fondamentali nella produzione di idrogeno verde.
Servizio di riserva di potenza attiva da impiegare per la regolazione di frequenza di rete	Disponibilità di capacità di variazione dello scambio di potenza attiva con la rete elettrica, per mantenere l'equilibrio tra prelievo e generazione, e garantire così la stabilità della frequenza di rete.
Servizio di Riserva di Contenimento della Frequenza (<i>Frequency Containment Reserves - FCR</i>)	Meccanismo di regolazione primaria utilizzato per stabilizzare la frequenza della rete elettrica immediatamente dopo uno squilibrio tra generazione e prelievo. Consiste nell'attivazione automatica e rapida, con tempi di piena attivazione entro i 30 s, di risorse di potenza attiva, sia in aumento che in diminuzione.
Servizio di Riserva Automatica di Ripristino della Frequenza (<i>automatic Frequency Restoration Reserve - aFRR</i>)	Servizio di regolazione secondaria utilizzato per riportare la frequenza della rete elettrica al valore di riferimento dopo un'iniziale azione correttiva tramite il servizio di FCR.
<i>Grid Forming control</i>	Schema di controllo di un convertitore AC-DC basato sulla risposta istantanea in corrente ad ogni variazione, in modulo e fase, della tensione di linea nel punto di connessione alla rete del convertitore.
Sostanze alchiliche perfluorate e polifluorate (<i>Per- and polyfluoroalkyl Substances - PFAS</i>)	Composti chimici caratterizzati dalla presenza di atomi di fluoro legati a catene carboniose. Questi composti sono altamente resistenti alla degradazione ambientale, perciò presentano una lunga persistenza nell'ambiente e nei sistemi biologici. Questi sono stati associati a potenziali effetti negativi sulla salute umana e sull'ecosistema.
Tecnologie di elettrolisi a bassa temperatura alcalini (ALK)	Tecnologie che utilizzano una soluzione alcalina come elettrolita per scindere l'acqua in idrogeno e ossigeno.
Tecnologie di elettrolisi a bassa temperatura a membrana a scambio protonico (PEM)	Tecnologie che utilizzano una membrana polimerica per separare i gas prodotti durante l'elettrolisi dell'acqua.
Tecnologie di elettrolisi a bassa temperatura a scambio anionico (AEM)	Tecnologie che utilizzano una membrana che consente il passaggio di anioni tra gli elettrodi durante il processo di scissione dell'acqua in idrogeno e ossigeno. Queste celle sono simili per principi alle celle alcaline, ma utilizzano una membrana polimerica per separare i gas prodotti.
Tecnologie di elettrolisi a ossidi solidi (SOEC)	Tecnologie operanti ad alta temperatura che sfruttano un elettrolita ceramico per convertire acqua in idrogeno mediante elettrolisi.

Riutilizzo degli scarti	Processo di recupero e impiego di materiali o prodotti che, altrimenti, sarebbero considerati rifiuti. Questa pratica implica la trasformazione o la reintroduzione dei materiali nel ciclo produttivo, riducendo la necessità di nuove risorse e contribuendo alla riduzione dell'impatto ambientale.
Acqua da osmosi nei trattamenti di deionizzazione.	L'acqua da osmosi è il risultato di un processo di osmosi inversa, in cui l'acqua passa attraverso una membrana semipermeabile che rimuove la maggior parte dei sali disciolti, dei minerali e di altre impurezze. L'acqua ottenuta risulta priva di minerali e ioni, e quindi estremamente pura, adatta per applicazioni che richiedono un alto grado di qualità dell'acqua.
Sistema elettrico	Insieme di infrastrutture e componenti interconnessi che generano, trasmettono, distribuiscono e utilizzano energia elettrica. Esso include centrali di produzione, linee di trasmissione ad alta tensione, stazioni di trasformazione e reti di distribuzione che portano l'elettricità agli utenti finali.
AI (<i>Artificial Intelligence</i>)	Sistemi, algoritmi e tecnologie in grado di eseguire attività che normalmente richiedono "intelligenza umana. Queste attività includono, ma non si limitano a, l'apprendimento, il ragionamento, la pianificazione, il riconoscimento di modelli, la comprensione del linguaggio naturale e la percezione visiva.
<i>Digital-twin</i>	Un <i>Digital Twin</i> è una replica virtuale di un oggetto fisico, processo o sistema, creata per simulare, analizzare e ottimizzare le sue prestazioni in tempo reale, sfruttando dati raccolti da sensori o da altre fonti.
Interfaccia degli elettrolizzatori con fonti rinnovabili	Collegamento tra i sistemi di produzione di idrogeno tramite elettrolisi e le fonti di energia rinnovabile, come solare ed eolico. Poiché le fonti rinnovabili sono variabili, l'interfaccia deve gestire in modo efficiente fluttuazioni nella produzione di energia, garantendo una fornitura stabile.
Rendimento di rettificazione	Efficienza con cui l'inverter converte la corrente alternata (AC), proveniente dalla rete elettrica, in corrente continua (DC), necessaria per il funzionamento dell'elettrolizzatore.
Individuazione di punti di ottimo di funzionamento	Processo per determinare delle condizioni o dei parametri che massimizzano il rendimento dell'elettrolizzatore ai minimi costi.
Sicurezza del sistema elettrico	Insieme di misure e pratiche adottate per garantire la stabilità, l'affidabilità e la protezione della rete elettrica da guasti, malfunzionamenti o eventi esterni, come sovraccarichi, cortocircuiti o fenomeni atmosferici.
Incremento dell'integrazione della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile	Incremento e miglioramento dei sistemi che permettono l'inserimento di energia proveniente da queste fonti nella rete elettrica, anche in presenza di condizioni operative sfavorevoli o perturbazioni.

Appendice 2 – Bibliografia

- [1] Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions - A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe - COM/2020/301 final – 8 July 2020
- [2] Regulation (EU) 2024/1735 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 on establishing a framework of measures for strengthening Europe’s net-zero technology manufacturing ecosystem and amending Regulation (EU) 2018/1724 (Text with EEA relevance)
- [3] European Commission. A European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan): Towards a Low Carbon Future. 2007, https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/strategic-energy-technology-plan_en.
- [4] Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica MASE – Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima 2030 – 9 July 2024
- [5] ARERA, Condizioni per l'erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con tensione nominale superiore ad 1 kV i cui gestori hanno obbligo di connessione di terzi, Delibera 19 dicembre 2005 281/05
- [6] TERNA, Codice di trasmissione dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete, versione vigente 2024
- [7] Commission Regulation (EU) 2016/1388 of 17 August 2016 establishing a Network Code on Demand Connection (Text with EEA relevance)
- [8] ARERA, Prima apertura del mercato per il servizio di dispacciamento (MSD) alla domanda elettrica e alle unità di produzione anche da fonti rinnovabili non già abilitate nonché ai sistemi di accumulo. Istituzione di progetti pilota in vista della costituzione del testo integrato dispacciamento elettrico (TIDE) coerente con il balancing code europeo, delibera n. 300/2017/R/eel del 5 maggio 2017
- [9] ARERA, Testo Integrato del Dispacciamento Elettrico TIDE, Allegato A approvato ai sensi della delibera n. 345/2023/R/eel del 25 luglio 2023
- [10] Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica MASE - Strategia Nazionale Idrogeno – 26 November 2024
- [11] Mario Draghi – The future of European competitiveness – A competitiveness strategy for Europe + In-depth analysis and recommendations – 9 September 2024
- [12] Office of Gas and Electricity Markets (OFGEM), Electricity Storage – Comparative Case Studies, 2016-05-31
- [13] Green Car Congress, “Hydrogenics selected for 2 MW Power-to-Gas project in Canada”, 27 July 2014
- [14] R. Cozzolino, G. Bella, A review of electrolyzer-based systems providing grid ancillary services: current status, market, challenges and future directions, *Frontiers in Energy Research*, Volume 12 – 2024
- [15] ANIE, Il vettore idrogeno - stato dell’arte e potenzialità dell’industria italiana, 2023
- [16] National Grid Electricity System Operator (NGESO), Guidance Notes for Grid Forming Plant, May 2024
- [17] National Energy System Operator, Stability Pathfinder Project Phase II - Tender Outcome, April 2022
- [18] Cigre, Impact of High Penetration of Inverter-based Generation on System Inertia of networks, C2/C4 Technical Brochure, Reference: 851, October 2021
- [19] Clean Hydrogen Mission - Research and Innovation priorities survey – September 2024
- [20] Green Powered Future Mission – Action Plan 2022-2024 – September 2022
- [21] Ministero della Transizione Ecologica e ENEA. *Accordo di Programma tra MiTE ed ENEA sulla ricerca e sullo sviluppo dell’idrogeno*. Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica - 2022
- [22] Clean Hydrogen Partnership - Clean Hydrogen Joint Undertaking – Annual Working Programme 2023
- [23] Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions - Chemicals Strategy for Sustainability Towards a Toxic-Free Environment – COM/2020/667 final – 14 October 2020
- [24] Hydrogen Europe - Hydrogen Europe Position Paper on PFAS - The importance of fluoropolymers across the hydrogen value chain, and impacts of the proposed PFAS restriction for the hydrogen sector – January 2023