

UNIONE EUROPEA
REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE SICILIANA

Candidatura della Regione Siciliana a sede del Centro Nazionale di Alta Tecnologia per l'Idrogeno

Documento di Sintesi

1. Premessa

La Regione Siciliana, con la deliberazione n. 47 del 29 gennaio 2021 della giunta regionale di Governo, in linea con la strategia per l'idrogeno pulito “*A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe*” adottata dall'UE, ha approvato le “*Linee guida per lo sviluppo della Strategia dell'idrogeno – Integrazione e sviluppo delle previsioni del Piano Energetico Ambientale della Regione Siciliana (PEARS)*”, con l'intento di estendere l'uso del vettore energetico (idrogeno) in sostituzione dei combustibili fossili in coerenza con il *Green Deal* e la decarbonizzazione dell'economia regionale.

Nella medesima delibera ed all'interno della cornice tracciata dall'UE e dal Governo Nazionale per l'attuazione della strategia, è stato individuato un percorso per attirare gli investimenti economici destinati a strutture di distribuzione e consumo ed alla ricerca per l'utilizzo dell'idrogeno nel settore dei trasporti su gomma e marittimi, nelle ferrovie e nell'industria, in special modo quella chimica e della raffinazione petrolifera.

Si è altresì stabilito, considerato che il Piano Nazionale di Resilienza e Ripresa (PNRR) prevede che circa la metà degli investimenti siano localizzati al Sud e che, in tale ambito, è tra l'altro prevista la realizzazione di un “Centro Nazionale di Alta Tecnologia per l'Idrogeno”, in forza delle potenzialità territoriali ascrivibili alla Sicilia, di candidarla ad ospitarne la sede.

Tale candidatura è un'opportunità per concorrere al rilancio dell'economia siciliana, anche in base alla prospettiva, tra l'altro, che la nuova *hydrogen economy* possa essere il motore di crescita e sviluppo economico per superare la grave crisi economica in atto e potrà consolidare le politiche di sviluppo già avviate e, soprattutto, creare nuove opportunità di sviluppo e innovazione, favorendo e incentivando un più efficace livello di collaborazione tra base scientifica pubblica e il mondo imprenditoriale.

2 – Partnership e sinergie

La Regione Siciliana presenta a livello nazionale una delle migliori capacità di generazione energetica da fonti rinnovabili, sia solare che eolico, inclusa l'opzione offshore. Questo potenziale, unito all'aggiornamento dell'assetto regolatorio e incentivante sul tema dei gas verdi, tra cui l'idrogeno, determina delle condizioni favorevoli per lo sviluppo di questo vettore energetico, sia per un ambito isolano che per eventuale esportazione alle regioni limitrofe. L'idrogeno diverrebbe quindi un elemento di sviluppo dell'industria regionale delle fonti rinnovabili e consentirebbe di determinare una fonte crescente di valore. In questo contesto, l'iniziativa del Centro di Alta Tecnologia diventa determinante per mettere in atto un percorso di eccellenza delle iniziative pilota in parallelo allo sviluppo della crescita dell'industria specifica.

La costituzione di un Centro Nazionale di Alta Tecnologia sull'Idrogeno, che si propone come una struttura distribuita che coinvolge tutta la filiera di sviluppo, dalla ricerca, all'innovazione, al supporto e trasferimento tecnologico, lungo tutta la filiera specifica dell'idrogeno, dalla produzione, alla logistica e distribuzione, allo stoccaggio per comprendere poi tutti gli usi finali, non può prescindere dalle partecipazioni scientifiche e tecnologiche necessarie per lo sviluppo delle azioni di concreta attuazione delle strategie identificate e per la corretta allocazione delle risorse finanziarie che tali strategie attraggono.

Obiettivo primario del Centro è quello di fornire un supporto distribuito al settore industriale siciliano e nazionale per crescer forte e competitivo nel contesto internazionale. In parallelo, il

Centro si propone di gestire l'avvio e la costruzione delle principali iniziative territoriali nazionali, attraverso cui validare tecnologie e valori di un settore che subirà una crescita esponenziale nel contesto nazionale nei prossimi anni e risulterà determinante nel processo di transizione energetica per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione al 2030 e al 2050.

In quest'ottica sono fondamentali i supporti tecnici e scientifici che ciascun partner potrà trasferire al Centro di Alta Tecnologia per l'Idrogeno in esame.

In questo percorso sarà determinante costruire un'articolata filiera del valore in modalità distribuita e in maniera condivisa sfruttando le competenze, le risorse e potenzialità presenti sul territorio in sinergia con Fondi Strutturali e di Investimento Europei. Ciò si configura in primis costruendo un hub *distribuito* con il Centro principale in Sicilia (anche articolato in più sedi) e ulteriori sedi operative dislocate anche in altre regioni, dando quindi al Centro una connotazione di carattere nazionale, e con la partecipazione di attori di sicuro valore scientifico e tecnologico, di alcuni dei quali si riportano brevemente nel seguito le peculiarità nel settore che ne sostanziano la partecipazione.

A livello regionale appare certamente strategico il ruolo del CNR, titolare di diverse azioni nel campo dell'idrogeno e che vanta una presenza pluridecennale di centri di eccellenza sulle tecnologie dell'idrogeno, quali il CNR-ITAE di Messina, con sedi operative anche a Palermo ed Augusta. Il CNR-ITAE ha rappresentato l'Italia nell'ambito dello "States Representatives Group" della Partnership FuelCells and Hydrogen Joint Undertaking nel programma Horizon 2020 (convertita nella partnership CleanHydrogenfor Europe nel successivo programma Horizon Europe), il partenariato pubblico-privato tra la Commissione Europea e le componenti industriali e di ricerca. Nell'ambito dei programmi quadro H2020 e FP7, il CNR-ITAE ha coordinato vari progetti europei su produzione di idrogeno da elettrolisi (power-to-gas) e fuelcells (FP7 ELECTROHYPEM, H2020 HPEM2GAS, H2020 ANIONE etc.).

Lo stesso ha in essere specifiche azioni progettuali nel settore dell'idrogeno anche in ambito regionale e nazionale con particolare riguardo ai progetti attualmente in fase di svolgimento come il progetto europeo Hy4Future, che gode del sostegno della Commissione Europea (DG REGIO).

Altro attore di livello nazionale che risulta indispensabile all'iniziativa in esame è l'ENEA, che con l'Accordo di Programma *Mission Innovation* recentemente sottoscritto con il MiSE, di cui ENEA è affidatario e CNR, RSE e IIT sono co-beneficiari, ha elaborato un progetto idrogeno di oltre 18 M€ in tre anni che vedrà la realizzazione di un *Hydrogen Valley* presso il C.R. ENEA Casaccia, che si identifica come un ecosistema ad idrogeno che abbraccia l'intera *value chain*.

L'ENEA è membro dell'EuropeanCleanHydrogen Alliance, riveste altresì il ruolo di delegato nazionale nell'ExCo IEA sull'idrogeno, delegato nazionale nell'ExCoFuelcell dell'IEA, coordinatore del Joint ProgrammeHydrogen and Fuel Cell dell'EERA (European Energy Research Alliance), supporto il MiSE nell'ambito dell'iniziativa Mission Innovation per la challenge IC8 Renewable and cleanhydrogen" e collabora fattivamente in materia con tutte le università siciliane.

ENEA ha sottoscritto un accordo di collaborazione con il MiSE- DG Politica industriale, Innovazione e PMI - per operare come advisor tecnico-scientifico a supporto del MiSE nella gestione e definizione della proposta nazionale dell'IPCEI (Important Projects of Common EuropeanInterest) idrogeno attraverso il coordinamento del sistema dell'industria, della ricerca nazionale e delle PA nella creazione di una filiera italiana dell'idrogeno.

ENEA ha sottoscritto un protocollo di intesa con FBK con lo scopo di condurre azioni di ricerca, sviluppo e innovazione a supporto del processo di decarbonizzazione, del percorso di transizione del sistema energetico nazionale e dell'incremento della flessibilità dello stesso con particolare riferimento ai temi legati all'idrogeno ed all'integrazione con le reti energetiche;

Sul fronte più propriamente industriale, ENEA ha sottoscritto un Accordo di collaborazione con Confindustria per lo sviluppo di una mappatura della filiera tecnologica del know-how di settore per analizzare le potenzialità delle filiere industriali dell'idrogeno, nonché per la mappatura dell'evoluzione tecnologica e dei processi industriali che utilizzano idrogeno e per la definizione dei potenziali dell'idrogeno in termini di volumi in consumo e di capacità produttiva nel breve, medio e lungo termine. ENEA ha anche sottoscritto un accordo quadro con SNAM per svolgere attività di ricerca, sviluppo ed innovazione sulle seguenti tematiche: accoppiamento delle reti di trasporto di energia elettrica e gas naturale, attraverso le tecnologie del Power to Gas, al fine di rendere più efficiente il sistema energetico nazionale; la produzione e l'impiego di gas diversi dal gas naturale quali biometano, idrogeno e metano di sintesi (e loro miscele) mediante l'applicazione dei processi di elettrolisi dell'acqua e della metanazione; l'iniezione dei gas prodotti nella rete di trasporto; l'utilizzo innovativo delle infrastrutture gas esistenti; produzione e usi finali dell'idrogeno.

Infine, a supporto delle attività più scientifiche e tecnologiche, si segnala il coinvolgimento ENEA in ambito normativo e regolatorio attraverso la partecipazione a Tavoli istituiti da Confindustria, attraverso il contributo nella redazione del documento di recente divulgazione *Strumenti di Supporto al Settore Idrogeno (H2IT)*, attraverso la partecipazione al progetto *MulthyFuel* ("developing a common strategy for implementing Hydrogen Refueling Stations (HRS) in multi-fuel contexts") supportato da Hydrogen Europe. In tale contesto, inoltre, ENEA sta ampliando l'accordo quadro già in essere con il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, stipulato nel 2017 con riferimento specifico al tema delle batterie, per estenderlo alla tematica idrogeno.

Tali competenze, unite alla disponibilità di laboratori dedicati a idrogeno e *fuelcell* con oltre 30 ricercatori dedicati ed alla partecipazione ad importanti progetti nazionali ed europei sull'idrogeno anche con ruoli di coordinamento (FP7: INNOSOFC, NELLHI, SCORED, SOCTESQA, COMETHY – H2020: AD ASTRA, BALANCE, BLAZE, E-SHYIPS, HYLAW, PROMETEO, QSOFC, REACT, SOFREE, W2W), fanno di ENEA un partner strategico con il quale trarre vantaggio alle concrete attività del Centro di Alta Tecnologia per il quale ci si candida.

Un ulteriore attore importante di livello nazionale è la Fondazione Bruno Kessler (FBK) di Trento, Istituto di Ricerca e Innovazione localizzato a Trento e tra i principali centri tecnologici nazionali sul tema dell'Idrogeno e delle Pile a Combustibile. FBK viene coinvolta a fronte del protocollo di intesa siglato con ENEA, citato in precedenza.

FBK raccoglie le principali competenze sul tema Idrogeno all'interno del Centro "Sustainable Energy" e può offrire competenze ed esperienza su tutta la filiera idrogeno sia per lo sviluppo di tecnologia per l'industria che per il trasferimento di soluzioni nell'ambito territoriale. FBK è membro della CleanHydrogen Alliance.

FBK inoltre partecipa al Board della partnership Europea CleanHydrogen for Europe, coinvolta sui temi di ricerca e innovazione nel settore Idrogeno, fornendo un contributo diretto allo sviluppo del programma multi-annuale Europeo fin dalle sue prime battute, in particolare con un ruolo di Chair sul Technical Committee 1. Produzione di Idrogeno.

FBK dall'inizio del programma della ricerca e innovazione Europea sull'Idrogeno partecipa in modalità attiva con attività in molti progetti finanziati di cui tre a livello di coordinatore (FP7 –

EDEN, H2020 – CH2P, H2020 – SWITCH). FBK è attiva e parte del Consiglio di Presidenza, oltre che nel ruolo di Presidenza del Comitato Scientifico di H2IT, Associazione Italiana dell'Idrogeno e delle Pile a Combustibile, coordinando lo sviluppo di numerosi documenti strategici sull'Idrogeno di rilevanza nazionale (e.g. Piano strategico sulla mobilità a idrogeno per implementazione nazionale direttiva EU-DAFI, report sugli strumenti di supporto al settore idrogeno in Italia).

Infine, FBK partecipa attivamente al gruppo di lavoro nazionale fornendo supporto ad ENEA sulla progettualità Idrogeno in IPCEI – Important Projects of Common European Interest. FBK, in questo contesto, collabora con i principali attori della filiera idrogeno nazionale attivando forme evolute di interazione che prevedono co-sviluppo delle tecnologie, joint innovation labs, attività dedicate allo sviluppo e il trasferimento di tecnologia.

Il Centro svolgerà un ruolo di raccordo tra i citati enti di ricerca nazionali e le principali Università della Regione (Università di Messina, Università degli Studi di Palermo, Università di Catania, Università KORE di Enna), che vantano competenze e progetti che possono trovare integrazioni e sviluppo nelle azioni proprie del Centro.

Da un punto di vista industriale, tra i maggiori player energetici nazionali che, pur non come partner, possono supportare le attività del Centro in quanto stanno sviluppando progetti nel territorio regionale e con il quale si possono trovare sinergie di sviluppo tecnologico, vi può essere certamente l'ENEL, che ha in Sicilia uno dei nodi strategici del programma *Open Innovation* e del suo network di *scouting* tecnologico innovativo e sostenibile.

Infatti, l'Enel *Innovation Lab&Hub* di Catania - Passo Martino comprende anche un incubatore di innovazione e laboratori focalizzati sulle energie rinnovabili e si trova allocato nel sito in cui Enel effettua sperimentazioni sulla tecnologia per aumentare l'efficienza e l'economicità degli impianti solari e di accumulo.

Inoltre, tra i progetti che ENEL ha in programma risultando convergenti con le finalità del Centro di Alta Tecnologia per l'idrogeno si possono considerare:

- il *Green Hydrogen Live Industrial Platform*, prima "Piattaforma di test su scala Industriale", per sperimentazione e validazione di tecnologie innovative dedicate alla produzione e stoccaggio di idrogeno che Enel Green Power prevede di realizzare a Carlentini (SR) con un elettrolizzatore da 4MW ed una capacità di produzione da 245 t/anno di idrogeno, alimentato da un impianto eolico di proprietà della stessa società; il progetto è in corso di presentazione nel bando della Commissione Europea "Innovation Fund Small Scale Projects" (InnovFund-SSC-2020-single-stage) e la Regione Siciliana ha manifestato il proprio sostegno in qualità di stakeholder;
- un impianto di elettrolisi da 20 MW in corso di progettazione in partnership con ENI per la produzione di circa 1.000 t/anno di idrogeno, alimentato da un impianto fotovoltaico di nuova realizzazione che fornirà circa 70 GWh l'anno di energia elettrica.

Un ulteriore intervento, che dovrebbe concretizzarsi in Sicilia e che potrà interagire fortemente con le attività del Centro, è il progetto "DEUS" coordinato da SNAM, con il ruolo di coordinazione scientifica da parte di FBK, prevede di sviluppare il primo elettrolizzatore alcalino da 100 MW alimentato da FER nel sito industriale di Augusta (SRI), per sostituire con "green hydrogen" la domanda di idrogeno della relativa raffineria oggi coperta con "greyhydrogen". Il medesimo progetto potrebbe essere replicato anche nella raffineria di Milazzo (ME).

3.– Sintesi delle motivazioni a supporto della candidatura

Le motivazioni a supporto della candidatura della Regione Siciliana a sede del Centro di Alta Tecnologia per l'idrogeno possono essere così sintetizzate:

- a. Presenza di un elevato potenziale di generazione di energia da fonti rinnovabili, sia da energia solare che eolica, con impianti potenziali per diversi GW e la necessità di decarbonizzare le isole minori;
- b. Presenza strategica di reti infrastrutturali per il trasporto e la distribuzione di idrogeno nel contesto nazionale con la dorsale della rete gas;
- c. Presenza di una piattaforma energetica, sita nel comune di Capo d'Orlando (ME), basata sulle tecnologie dell'idrogeno: un impianto fotovoltaico e un sistema di accumulo elettrochimico, in grado di compensare l'intermittenza della fonte solare, contribuiscono alla produzione di idrogeno verde per il rifornimento di veicoli a celle a combustibile (Fuel Cell-FC). Questo sito, realizzato nell'ambito del progetto PON "i -NEXT" ed attuale sede del progetto "CHEAPH2", è oggetto di ampliamento dell'azione *Mission Innovation* "Hydrogen demo Valley: Infrastrutture polifunzionali per la sperimentazione e dimostrazione delle tecnologie dell'idrogeno";
- d. Presenza di ampio potenziale di intervento nella mobilità pesante, legata al ferroviario (possibilità di intervenire in 4 linee non elettrificate), al trasporto pesante su gomma, alla movimentazione a terra negli hub logistici, nei porti e negli interporti, al trasporto pubblico locale. In questo contesto il CNR ITAE ha realizzato e sperimentato in ambito regionale veicoli ad idrogeno quali bus e minibus ibridi (celle a combustibile/batterie), veicoli per il trasporto delle merci nell'ultimo miglio e biciclette a pedalata assistita a celle a combustibile;
- e. Presenza del Distretto Tecnologico Navale NAVTEC con sede nella città di Messina presso il Centro di trasferimento tecnologico del CNR ITAE con progettualità specificatamente dedicate all'applicazione di tecnologie ad idrogeno (es. progetti PON TESEO, SEAPORT);
- f. Potenziale di decarbonizzazione per l'industria pesante, nel settore oil&gas (raffinazione ed estrazione combustibili fossili), nell'industria chimica con capacità di un ampio mercato per l'idrogeno verde immediatamente accessibile;
- g. Un ecosistema di operatori e aziende coinvolti sul tema dell'idrogeno, portatori di interesse che possono fungere da acceleratori per lo sviluppo del settore specifico (numerosi progetti finanziati anche con Fondi Strutturali sono attualmente in corso e potenzialmente da mettere a sistema);
- h. Attività regionali in corso nel settore idrogeno nell'ambito del progetto Europeo Hy4Future: al progetto Hy4Future finanziato dalla Commissione Europea, ha aderito la Regione Siciliana attraverso il Dipartimento dell'Energia, insieme al Parco Scientifico e Tecnologico della Sicilia (PSTS), al CNR ITAE (che ha seguito la parte istruttoria), a SNAM e a Tozzi Green. In questo ambito, la costituzione di una partnership regionale sull'idrogeno è abilitante per l'accesso a strumenti di finanziamento dedicati e può consentire lo sviluppo di progetti dimostrativi in ambito regionale sull'idrogeno.

4 - Il Centro Nazionale di Alta Tecnologia in Sicilia

Il nucleo operativo centrale avrà sede in Sicilia, dove esistono competenze specifiche, con la partecipazione dei principali enti pubblici di ricerca (ENEA, CNR e FBK) e privati oltre a

organismi tecnologici quali parchi e distretti tecnologici e produttivi, e sarà articolato in più centri secondo una struttura a rete.

La sede principale siciliana (luogo da concordare con gli stakeholders), in un territorio specifico adatto per studiare e implementare soluzioni prioritarie del Piano Strategico Nazionale Idrogeno, dovrà operare su tutti i settori principali:

- produzione di idrogeno verde con integrazione delle energie rinnovabili (aziende manifatturiere, ENEL, ENI, SNAM, TERNA, operatori della distribuzione, produttori di energia da FER, GSE, ARERA);
- integrazione dell'idrogeno nell'industria pesante: poli industriali con raffinerie di Gela, Augusta-Priolo, Milazzo (già coinvolti in iniziative progettuali di grande scala);
- integrazione dell'idrogeno nei trasporti pesanti a supporto del Piano Energetico della Regione Siciliana, tra cui: Linee Ferroviarie Regionali (le tratte attualmente non elettrificate coincidono con le province di Trapani, Siracusa, Caltanissetta e Agrigento dove si registra una forte presenza di impianti di generazione da fonti rinnovabili potenzialmente integrabili per la produzione di idrogeno verde) e assi della mobilità pesante Messina – Palermo e Messina – Catania.

Saranno avviate collaborazioni con le principali Università italiane e siciliane (Università di Messina, Università degli Studi di Palermo, Università di Catania, Università KORE di Enna) ricercando accordi istituzionali a livello nazionale e regionale, per integrare gli obiettivi del Centro di Alta Tecnologia con gli obiettivi del Piano Energetico Regionale.

A tal fine, si ritiene auspicabile che alle attività del Centro partecipino le principali aziende di filiera: ENI, ENEL, SNAM, TERNA, GSE, STM, 3SUN, SOL, Tozzi Green, A2A, Fincantieri.

Sarà opportuno altresì sviluppare sedi operative territoriali nelle altre regioni italiane con infrastrutture dedicate ai temi della produzione di idrogeno, applicazioni trasporto pesante e hub logistici, hydrogenvalleys, infrastrutture dedicate ai temi della manifattura industriale e validazione di prodotto, trasporto pesante ferroviario e su gomma, tecnologie per le reti, in relazione anche a nodi infrastrutturali strategici nazionali quali gli assi transfrontalieri (e.g. Brennero).

5 - Temi prioritari per il Centro Nazionale di Alta Tecnologia

Il Centro si candida a diventare un punto di riferimento a livello nazionale sul tema dell'idrogeno, coordinando sviluppi, iniziative, progettualità a supporto dello sviluppo dell'intero settore energetico al fine di:

- essere un punto di riferimento primario per il comparto industriale manifatturiero, mettendo a disposizione competenze, innovazione, infrastrutture e percorsi di formazione;
- sviluppare temi di priorità nazionale lungo la filiera dell'idrogeno dalla produzione, alla logistica e agli usi finali, comprese le filiere industriali e il rapporto con il settore energetico;
- collegare le istituzioni di riferimento Nazionale e Regionale per condivisione delle priorità, obiettivi e piano di lavoro.

Le principali direttive di azione del Centro Nazionale di Alta Tecnologia (CNAT – H₂) nella Regione Siciliana possono essere così descritte:

- a. Sviluppo di un **Centro Tecnologico Regionale sull'Idrogeno** operato dai centri tecnologici pubblici (per esempio ENEA, FBK e CNR) e privati (ENEL Green Power presso Passomartino-Catania e il nascente Centro sperimentale idrogeno a Carlentini; ENI Centro Ricerche di Milazzo-Messina), dedicati al supporto della costituzione di una filiera locale di aziende sull'idrogeno, supportata da un'offerta di servizi di accelerazione per aziende nella nuova filiera dell'idrogeno e in collaborazione con i principali operatori energetici della Regione. Questo hub tecnologico avrebbe il ruolo di fornire un supporto a 360° alle aziende della filiera idrogeno, dalle start up, alle PMI, alle grandi aziende. La presenza di competenze e infrastrutture diventerà il punto di riferimento della Regione sul tema dell'idrogeno (esempio: Progetto Manifattura in Provincia di Trento, <https://befactory.progettomanifattura.it/it/aziende>);
- b. **Piano della Ricerca e Formazione:** con il supporto degli Atenei locali e del CNR, costruzione di percorsi formativi (es. Master Universitari, Borse di Alta Formazione, Percorsi di Eccellenza, Dottorati Industriali, ...) e delle competenze per l'ecosistema imprenditoriale e per la ricerca;
- c. **Piano per lo sviluppo di una filiera manifatturiera:** relativamente allo sviluppo delle tecnologie ad idrogeno, con il supporto degli organismi di ricerca e tecnologici (CNR, ENEA e FBK) si potrà avviare il tessuto industriale, sia a livello regionale che nazionale, verso una trasformazione tecnologica e dei processi produttivi per ciò che riguarda la produzione di elettrolizzatori, fuelcells, stoccaggio di idrogeno compresso e carriers di idrogeno in forma liquida. L'obiettivo è di sviluppare tecnologie ad idrogeno altamente innovative, in termini di operatività e di caratteristiche, per superare i gap che riguardano lo stato dell'arte nel settore. Le attività progettuali in questo campo sono rivolte a minimizzare il costo di produzione al fine di favorire una diffusione su larga scala delle tecnologie accompagnata da una riduzione significativa del costo dell'idrogeno. Alcune attività inerenti questa tipologia di intervento sono già presenti nel territorio regionale siciliano, ad esempio il progetto PO FESR ELETTRORIGENERA coordinato da una PMI siciliana SALUPO è rivolto allo sviluppo di celle reversibili ad idrogeno e di sistemi combinati elettrolisi-fuelcells per applicazioni di back-up power;
- d. **Piano isole minori:** tenuto conto della fragilità degli ecosistemi delle isole minori, sia dal punto di vista ambientale che paesaggistico, risulta indispensabile che queste isole si dotino di una mobilità per merci e persone a zero impronta di carbonio. I mezzi ad idrogeno sono caratterizzati da emissioni nulle e mostrano un'autonomia comparabile a quelli alimentati da combustibili fossili. Inoltre, la differenza tra la domanda energetica invernale (molto bassa) e quella estiva (molto alta dovuta al turismo), nel caso in cui la penetrazione delle rinnovabili arrivi auspicabilmente a livelli molto elevati, determina la necessità di prevedere degli accumuli stagionali, in grado di bilanciare produzione e consumo di energia lungo l'intero anno solare. L'accumulo di idrogeno rappresenta già ora una delle soluzioni più efficienti per l'accumulo stagionale e pertanto, proprio nell'ambiente isolano, esso trova il suo naturale campo di applicazione. Il piano sulle isole minori, con il supporto degli organismi di ricerca e tecnologici (CNR, ENEA, FBK) intende prevedere la sperimentazione di nuove forme di comunità energetiche, basate sulle fonti energetiche rinnovabili e sulle tecnologie dell'idrogeno. In particolare, le sperimentazioni in atto riguardanti piccoli distretti energetici urbani, possono essere ulteriormente sviluppate e risultare particolarmente adatte alla loro applicazione nelle isole minori. Le esperienze in corso del CNR riguardanti il progetto *Capacity* sulla realizzazione

di comunità energetiche a bassa impronta di carbonio e volte alla realizzazione di nuovi modelli di comunità sociali, insieme al progetto smart grid sulle piccole isole, PO FESR I-sole, rappresentano una base sui cui poter sviluppare progettualità connesse. Il Progetto europeo coordinato da ENEA che ha visto l'isola di Salina selezionata dall'Iniziativa Clean Energy for EU Islands della Commissione Europea nel febbraio 2019 per la definizione ed implementazione dell'Agenda di transizione energetica per la decarbonizzazione dell'isola, l'autosufficienza energetica e la sostenibilità ambientale e sociale;

- e. **Piano Hydrogenvalleys**: la Sicilia vanta la presenza, presso Capo d'Orlando, di una delle poche piattaforme energetiche, basate su tecnologie a idrogeno, attive in campo nazionale. L'azione *Mission Innovation* prevede di espandere la dimensione del dimostratore attraverso l'installazione di elettrolizzatori con stoccaggio dell'idrogeno ad alta pressione e stazione di rifornimento idrogeno per veicoli operanti a 700 bar. Le attività di espansione del dimostratore attualmente in corso prevedono l'utilizzo dell'idrogeno anche nelle aree portuali. Il porto di Capo d'Orlando, di recente realizzazione, è a vocazione perlopiù turistica e offre collegamenti giornalieri con le vicine Isole Eolie, sede di diverse attrazioni turistiche. Questo sito presenta, quindi, significative potenzialità di integrazione ed ampliamento finalizzate alla realizzazione e dimostrazione di una "Hydrogen Valley", in accordo con la municipalità locale e con il coinvolgimento di aziende italiane della filiera idrogeno;
- f. **Piano Mobilità sostenibile Sicilia**: per ognuno degli ambiti qui sottorappresentati, va sviluppato un piano integrato che determini il disegno di tutta la filiera regionale identificando i punti di produzione dell'idrogeno, la logistica di trasporto e distribuzione dell'idrogeno ai punti di rifornimento, lo sviluppo di una infrastruttura di stazioni di rifornimento idrogeno, lo sviluppo delle flotte di mezzi utilizzatori del vettore energetico. Di seguito i temi progettuali:
 - 1. **Ferroviario a Idrogeno**: la rete ferroviaria siciliana è oggetto di un investimento importante da parte di RFI per l'ammodernamento di numerose linee e nodi per investimenti pari a 13 B€. In Sicilia vi sono 578 km di linee non elettrificate, operate con treni diesel, pari al 42% del totale. Su queste linee, con opportuni tavoli di lavoro che svilupperanno studi di fattibilità specifici sulle linee, si potrebbe intervenire con un piano di sostituzione dei treni operati a gasolio con treni operati a idrogeno, prendendo in considerazione le necessità logistiche, di approvvigionamento dell'idrogeno (collocato nel quadro strategico più generale), e la priorità temporale degli interventi. Saranno valutate tutte le tratte ferroviarie attualmente non elettrificate e, dal confronto con la Regione Siciliana e con il territorio, si potranno identificare delle linee d'intervento prioritarie. Tenuto conto che linee non elettrificate riguardano aree territoriali caratterizzate da una significativa presenza di impianti di generazione da fonti rinnovabili, la produzione di idrogeno verde per l'utilizzo nei treni a celle a combustibile potrebbe rappresentare una soluzione vantaggiosa. La soluzione ibrido elettrico/idrogeno permetterebbe infatti, di risolvere sia temi ambientali che temi logistici. Questa attività sarà coordinata di concerto tra FBK, CNR ed ENEA. FBK tra l'altro, ha già coordinato lo sviluppo di uno studio di fattibilità per le linee Siena – Grosseto e Siena – Chiusi, per conto della Regione Toscana, coordinando un gruppo di lavoro con Regione Toscana, RFI, Trenitalia, Terna, GSE, Alstom, McPhy, SOLIDpower.
 - 2. **Trasporto pesante a Idrogeno**: la Regione Siciliana presenta due assi principali di trasporto pesante, Messina – Palermo e Messina – Catania. Queste due direttrici saranno le aree di sviluppo prioritarie per una infrastruttura regionale di stazioni di rifornimento ad idrogeno. Il piano di introduzione dei mezzi pesanti a idrogeno dovranno coinvolgere operatori del

trasporto merci regionali con l'introduzione progressiva all'interno delle loro flotte dei mezzi alimentati a idrogeno. Oltre alle infrastrutture per il trasporto pesante autostradale, un ulteriore ambito riguarda le flotte di trasporto merci locali attorno alle principali città metropolitane quali Palermo e Catania. Questo ambito richiederà un supporto da parte di fondi della Regione per l'iniziale utilizzo di tecnologie innovative.

3. **Hub logistici, aeroporti, porti e interporti**: la Sicilia presenta una rete portuale rilevante, che prevede sia scalo di merci che di persone. L'idrogeno può rientrare in due ambiti prioritari: i ferries di collegamento tra la Sicilia e la Calabria, i ferries turistici con percorrenze frequenti tra ambiti portuali turistici e/o di scalo merci con le isole minori. In questo ambito l'idrogeno può trovare un'applicazione ideale, sia per le percorrenze su tratte determinate sia per la stazza dei mezzi navali coinvolti, di dimensioni medio piccole. Questo progetto, con il supporto del CNR, di ENEA e di FBK, richiederà la presenza di armatori e operatori, quali Costa, Fincantieri ed altri. La Sicilia inoltre presenta 4 aeroporti (Catania, Palermo, Trapani e Comiso) su cui integrare un ecosistema basato sull'idrogeno.
4. **Trasporto navale**: la presenza del Distretto Tecnologico Navale NAVTEC ha consentito, nel corso degli ultimi anni, di portare avanti numerosi progetti congiunti tra CNR, Università siciliane e imprese del settore (Fincantieri, Intermarine, Caronte&Tourist, Cantieri navali, ecc.) che hanno condotto alla realizzazione di diversi prototipi di sistemi di propulsione ibridi basati sulla tecnologia delle fuelcell a idrogeno raggiungendo know-how e risultati molto promettenti di rilievo nel settore marittimo. Le attività svolte dal CNR-ITAE nell'ambito del progetto TESEO (in stretta collaborazione con Fincantieri) si sono concentrate sullo sviluppo di un sistema di propulsione navale ibrido a batterie e fuelcell, in cui il sistema modulare raggiunge la potenza di 250 kW. Il progetto SEAPORT si è occupato della riqualificazione energetica ed ambientale di cantieri ed aree portuali al fine di ridurre gli impatti ambientali e incentivare lo sviluppo sostenibile delle aree portuali attraverso l'integrazione delle FER e la produzione di idrogeno. Il progetto TECBIA, anche questo in stretta collaborazione con Fincantieri ed attualmente ancora in corso, si occupa dello sviluppo di un prototipo di stack alimentato a idrogeno e ossigeno (invece che ad aria). L'interesse verso tale attività di ricerca è dovuto alla necessità di poter rendere funzionale le fuelcell anche nelle particolari condizioni alle quali si troveranno ad operare in ambito navale (aria con elevata umidità e salinità). Queste rendono l'utilizzo dell'aria diretta non consigliabile a causa del possibile danneggiamento dei componenti costituenti il dispositivo. Inoltre nell'ottica della produzione di ossigeno da un sistema elettrolitico on board, sarà possibile l'uso dell'ossigeno in uscita dal sistema (prodotto di scarto dell'elettrolisi) con conseguente ottimizzazione degli spazi e dei pesi imputabile all'assenza di bombole di ossigeno ad alta pressione.
5. **Trasporto pubblico locale**: in maniera sinergica rispetto al trasporto merci locale, trova rilevanza lo sviluppo dei trasporti pubblici locali integrando bus a fuelcell alimentati a idrogeno. Anche in questo caso va sviluppato un piano con la città specifica, integrando ad esempio per Palermo una strategia di intervento tra gli autobus di linea cittadini. In questo contesto il CNR ITAE ha sviluppato diversi prototipi di veicoli ibridi a fuelcell (FC) e batterie per l'impiego nel trasporto pubblico locale (TPL), in particolare un bus urbano, con un basso livello di ibridizzazione, e un bus ad uso urbano ed extraurbano caratterizzato da un livello di ibridizzazione più spinto che consente la marcia del veicolo anche in modalità *total FC* (ovvero senza l'intervento delle batterie sulla propulsione). Pertanto, sulla base delle esperienze maturate e del know-how acquisito, il CNR ITAE potrebbe fornire supporto alle

aziende di trasporti interessate all'impiego di veicoli a idrogeno e potrebbe contribuire alla formazione di personale specializzato che dovrà operare nel settore.

g. **Decarbonizzazione dell'industria "carbon intensive"**: nel contesto della Regione Siciliana sono presenti i principali poli nazionali per l'industria dell'OIL&GAS, del settore delle raffinerie, dell'industria chimica. Il 49% della capacità annua nazionale di raffinazione di petrolio greggio e il 30% del gas naturale importato in Italia (dal Nord Africa) sono solo alcuni numeri che caratterizzano l'importanza dell'isola nel panorama energetico nazionale. Questi poli si caratterizzano per l'uso di grandi quantità di idrogeno, attualmente prodotto da fonti fossili, prevalentemente da reforming del gas metano. Questo settore è il primo in cui identificare un largo consumo di idrogeno, potenzialmente contestuale con la produzione di idrogeno verde in impianti di dimensioni tra 30 a 100 MW, ed oltre. Questo settore risulta determinante per iniziare a dotare la Regione Siciliana di una filiera idrogeno strutturata, di determinare un elemento di domanda rilevante attraverso cui favorire il raggiungimento in tempi medio – brevi di un costo dell'idrogeno verde in linea con il valore attualmente presente sul mercato, ed estendere l'uso del vettore energetico ad altri settori. I tre principali distretti sono quello di Priolo-Augusta, di Milazzo e di Gela. Il sito di Priolo – Augusta è già coinvolto in una progettualità inviata alla Commissione Europea per un impianto da 100 MW. Il progetto è coordinato da SNAM, con il coordinamento scientifico di FBK, e coinvolge la raffineria SRI oltre ad altri potenziali offtakers limitrofi. Altre aziende coinvolte sono SAIPEM, EDISON, oltre al sito di replica della Raffineria di Milazzo – RAM. Per il supporto all'innovazione, oltre a FBK, sono coinvolti ENEA e RINA. CNR-ITAE, grazie ad un accordo con ENEL, ha recentemente avviato una sede secondaria all'interno della Centrale di Augusta. Questo sito può rappresentare un'ideale base per le attività di ricerca. Inoltre, la Regione Siciliana, nell'ambito del progetto Hy4Future insieme a, CNR-ITAE, SNAM, Tozzi Green, e il Parco Scientifico e Tecnologico della Sicilia, ha avviato lo sviluppo dei business case relativi proprio all'impiego dell'idrogeno in quest'area nell'ottica di una riconversione industriale in chiave green. Tra i tanti temi di interesse si riportano: le metodologie di bonifica dei terreni attraverso l'approccio della fitorimediazione innescando al contempo un processo di valorizzazione energetica delle biomasse in idrogeno prodotto dalle rinnovabili; l'utilizzo dell'ammoniaca ed altri idruri organici (MCH, N-eterocicli, ecc. ..) sintetizzati dall'idrogeno prodotto in un grande impianto centralizzato come carrier a basso costo per il suo stoccaggio e trasmissione tramite navi o tubature a centri di domanda remoti; la realizzazione di una rete 100% idrogeno, sfruttando, integrando ed ampliando anche l'attuale rete di distribuzione dell'H₂ già presente in alcuni dei siti all'interno del polo petrolchimico siracusano.

6 - Avviso pubblico

In linea con le indicazioni delle *“Linee guida per lo sviluppo della Strategia dell'idrogeno – Integrazione e sviluppo delle previsioni del Piano Energetico Ambientale della Regione Siciliana (PEARS)”*, è stato emanato l'avviso pubblico per l'acquisizione di manifestazioni di interesse per la costituzione di una long list di soggetti, operanti nel territorio dell'unione europea, interessati alla costituzione del Centro di Alta Tecnologia per l'Idrogeno (una filiera dell'idrogeno per la crescita e la decarbonizzazione) in Sicilia.

Alla Manifestazione di interesse hanno risposto numerosi stakeholders regionali e nazionali.

Come indicato in premessa, il Centro è ipotizzato come una struttura distribuita che coinvolge tutta la filiera di sviluppo, dalla ricerca e l'innovazione, al supporto al trasferimento tecnologico, lungo l'intera filiera specifica dell'idrogeno, dalla produzione, alla logistica e distribuzione, allo stoccaggio, comprendente anche gli usi finali, con lo scopo di fornire un supporto distribuito al settore industriale italiano per crescere e competere nel contesto internazionale. Si propone, pertanto, di promuovere la sperimentazione dell'intera catena del valore dell'idrogeno. L'iniziativa è in rapida evoluzione, l'obiettivo è di fornire un quadro sulle prospettive di sviluppo della catena del valore dell'idrogeno: dalla sua produzione, passando per la gestione, aspetti di sicurezza, logistica e trasporto, fino agli usi finali per la mobilità, nell'industria e nel settore.

Il Centro si propone, come attività parallela, di contribuire all'avvio e alla costruzione delle principali iniziative territoriali nazionali (Cluster Idrogeno), attraverso cui validare tecnologie e valori di un settore che manifesterà una crescita esponenziale nel contesto nazionale nei prossimi anni e risulterà determinante nel processo di transizione energetica per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione al 2030 ed al 2050.

Il Centro sarà incubatore di specifiche azioni progettuali nel settore idrogeno sia in ambito regionale che nazionale con particolare riguardo ai progetti attualmente in fase di svolgimento come il progetto europeo Hy4Future, che gode del sostegno della Commissione Europea (DG REGIO), a cui partecipa la Regione Siciliana attraverso l'Assessorato dell'Energia e dei servizi di pubblica utilità.

Pertanto, lo scopo di questo percorso è costruire un'articolata filiera del valore in modalità distribuita e in maniera condivisa sfruttando le competenze, le risorse e potenzialità presenti sul territorio in sinergia con le diverse linee di sostegno finanziario agli investimenti.

Funzionale alla costituzione del Centro di Alta Tecnologia per l'Idrogeno è la realizzazione di una rete di collaborazioni tra gli stakeholders nella quale i soggetti industriali interagiscono reciprocamente e con le istituzioni, mentre i centri di ricerca e di formazione promuovono l'innovazione e il trasferimento tecnologico.

Raccolte le candidature pervenute si è provveduto ad analizzarle ed è stata elaborata una mappa dell'attuale ecosistema regionale dell'idrogeno, in una seconda fase è stata fatta una analisi per la razionalizzazione del suddetto ecosistema e l'identificazione di specifiche progettualità che includano sia azioni volte al supporto di progetti di Ricerca e Sviluppo, Trasferimento tecnologico e implementazione su larga scala di tecnologie "idrogeno", che di specifici supporti quali azioni normative, promozioni e sostegno di networking nazionale e internazionale, formazione, ecc.

Le azioni di supporto allo sviluppo tecnologico sono state raggruppate in clusters o Work Streams (WS) con l'obiettivo di individuare e sviluppare realtà industriali sul territorio, con una integrazione di filiera, e gli elementi specifici che necessitano di una sinergia con realtà industriali e progettualità nazionali ed internazionali (Cluster tecnologici nazionali, Horizon Europe, Mission Innovation, ecc.).

First Round : Analisi delle candidature pervenute

Paradigma di sistemazione del processo di analisi scelto è il modello d'innovazione "Quadrupla Elica"

La Commissione Europea ha infatti identificato la transizione socioecologica come una delle principali sfide per la futura roadmap di sviluppo regionale suggerendo il predetto modello come

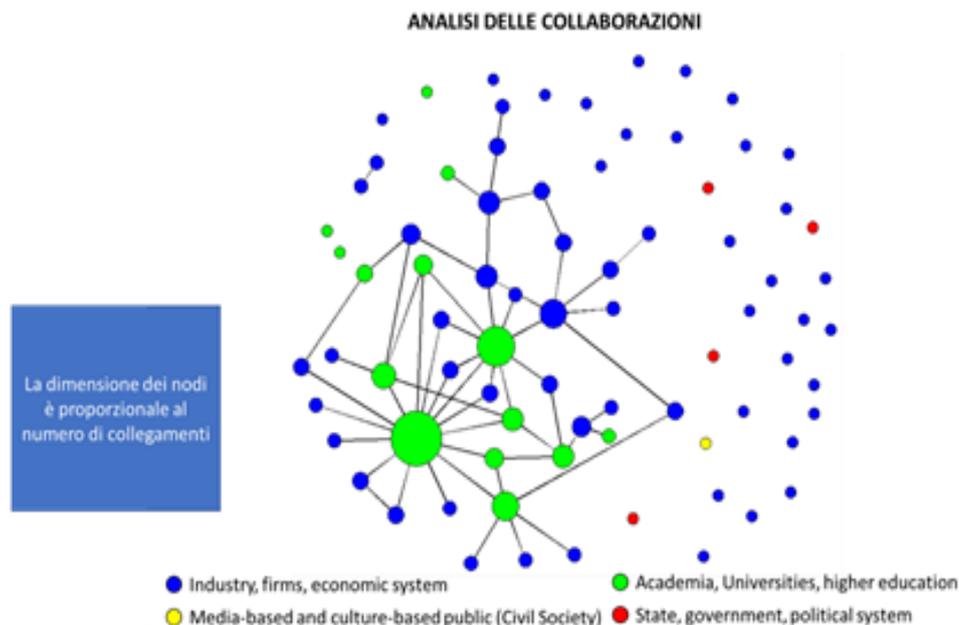
esempio di sviluppo territoriale da adottare per la creazione e il supporto di eco-sistemi di innovazione.

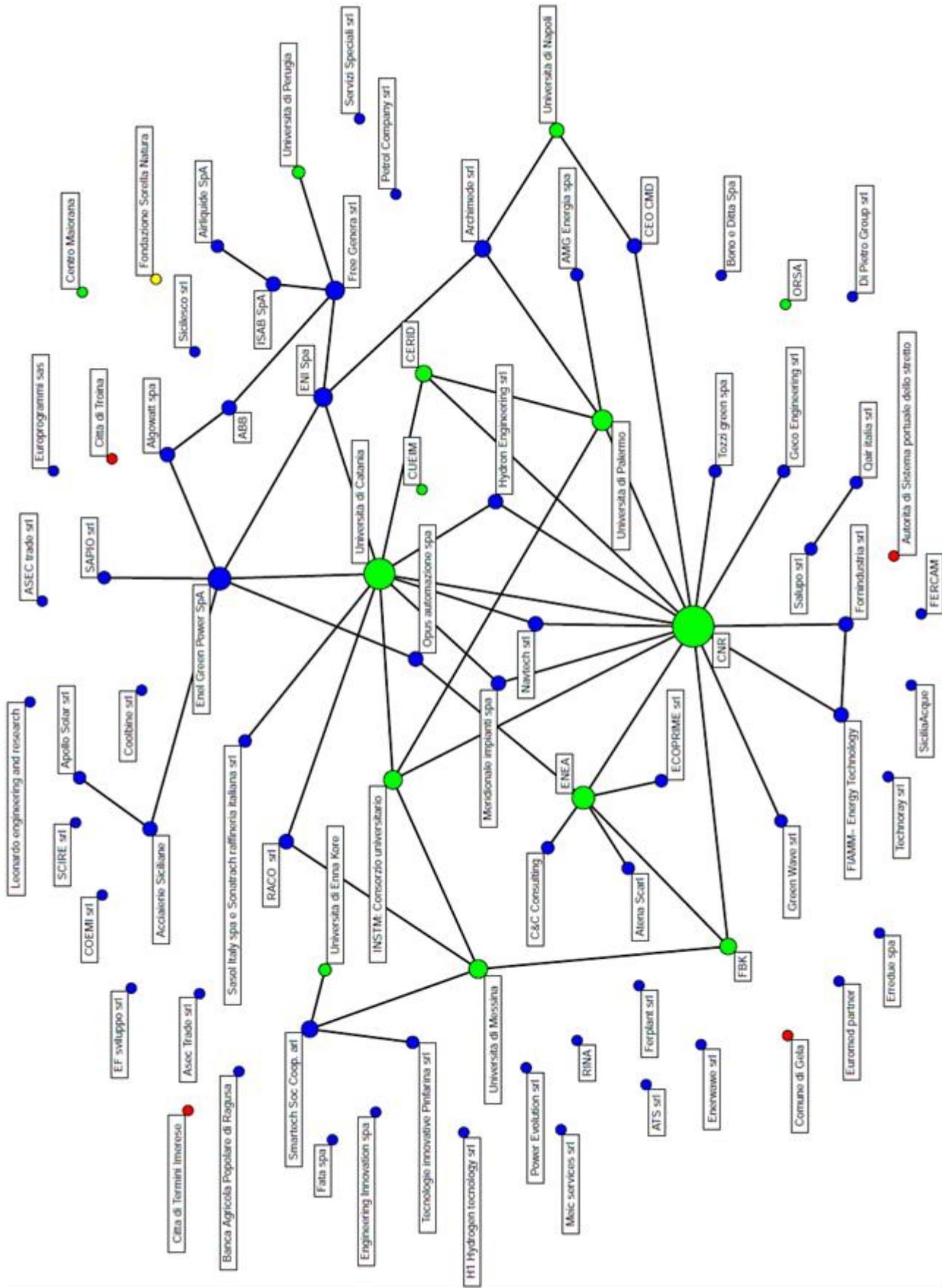
L'idea è quella di favorire e realizzare processi di innovazione attraverso la collaborazione trasversale e la condivisione proattiva dei saperi e delle esperienze. Il modello di innovazione "Tripla Elica" si concentra sulle relazioni università-industria-governo. La "Quadrupla Elica" incorpora la "Tripla Elica" aggiungendo come quarta elica il "pubblico basato sui media e sulla cultura" e la "società civile" alla costruzione di ecosistemi innovativi e nell'orientare l'analisi delle soluzioni alternative, costituendo il fattore moltiplicativo dell'impatto delle politiche di innovazione sulla società. La metodologia intende, pertanto, sviluppare azioni ed approcci a problemi basati sul co-design relativo ad idee e soluzioni alimentate dalla partecipazione attiva, organizzata e strutturata di più attori.

Condivide, quindi, il raccordo trasversale tra stakeholders, players and actor.

La clusterizzazione dei soggetti proponenti con il modello "Quadruple Elica" ha portato all'individuazione di un Ecosistema regionale «idrogeno» proveniente dall'analisi delle manifestazioni di interesse. I cluster sono i seguenti:

- Industry, firms, economic system
- Academia, Universities, higher education
- State, government, political system
- Media-based and culture-based public (Civil Society)





Dall'analisi si rileva la presenza sia di soggetti proponenti con consolidata esperienza nel settore dell'idrogeno che di aziende interessate a entrare nel settore. Tale condizione è favorevole per mettere a sistema competenze specifiche e generiche con conseguente espansione della capacità del settore industriale regionale per offrire servizi avanzati. Prevalgono competenze e proposte progettuali incentrate sulla produzione di idrogeno verde. Molte proposte prevedono la realizzazione di impianti pilota innovativi, permettendo la costituzione di un Hydrogen Valley. Anche riguardo gli usi finali si rileva che diverse proposte applicative sono riferibili ai settori industriali *hard-to-abate* e nei trasporti.

L'analisi territoriale delle candidature restituisce una collocazione distribuita su tutto il territorio regionale con prevalenza di cluster naturali in corrispondenza di distretti produttivi.

Second Round : aggregazione delle candidature

La seconda fase si è concentrata nella aggregazione delle candidature, ottenuta attraverso la somministrazione di un questionario sintetico, al fine di individuare e definire percorsi condivisi di integrazione di competenze attraverso l'analisi di diagrammi di flusso.

Workstream tecnologici

Nell'ottica di integrazione delle competenze e di clusterizzazione si sono ipotizzati due diverse tipologie di WS: WS abilitanti e WS di filiera integrata.

I **WS abilitanti** sviluppano componentistica avanzata e specifica per la realizzazione di un sistema idrogeno:

- A. Sviluppo e fornitura di elettrolizzatori: elettrodi, stack, controlli, componenti ausiliari, BoP, integrazione di sistema, fornitura e installazione “chiavi in mano” (WSA).
- B. Logistica: compressione/liquefazione, stoccaggio, trasporto (idrogenodotti, carri bombole, blending con metano), trasformazione in carriers chimici (metanazione, ammoniaca, ecc.), controllo delle reti di distribuzione, ecc. (WSB).
- C. Sviluppo e fornitura di Celle a Combustibile (FC): elettrodi, stack, controlli, componenti ausiliari, BoP, integrazione di sistema, fornitura e allaccio presso utilizzatori finali (residenziale, industriale, co-generazione, ecc.) (WSC).

Per quanto riguarda la produzione dell'idrogeno, possono essere considerati ulteriori WS abilitanti che utilizzano tecnologie differenti, qualora dovessero emergere proposte specifiche, ad es. Termolisi, Fotoelettrolisi o recupero di idrogeno da rifiuti.

I “**WS di filiera**” portano i WS abilitanti di cui sopra all'interno di una reale filiera produttiva comprendente tutti gli elementi necessari per la messa in campo di un sistema idrogeno: dalla produzione utilizzando fonti rinnovabili (idrogeno verde) o da metano con cattura di CO₂ (idrogeno blu) agli utilizzatori finali. Si tratta prevalentemente dei settori industriali “Hard to Abate” e della mobilità nei quali la decarbonizzazione potrà essere realizzata attraverso l'introduzione dell'idrogeno, ad es.:

1. Acciaierie verdi (WS1).
2. Chimica “verde” e raffinerie di nuova generazione (WS2).
3. Mobilità sostenibile e emissioni zero (WS3).

Interagendo con i soggetti che hanno presentato le candidature si è proceduto ad una classificazione necessaria all'inserimento all'interno delle WS riportate (WS-A, WS-B, WS-C, WS-1, WS-2, WS-3). In tal modo si ottiene una rappresentazione schematica che permette di:

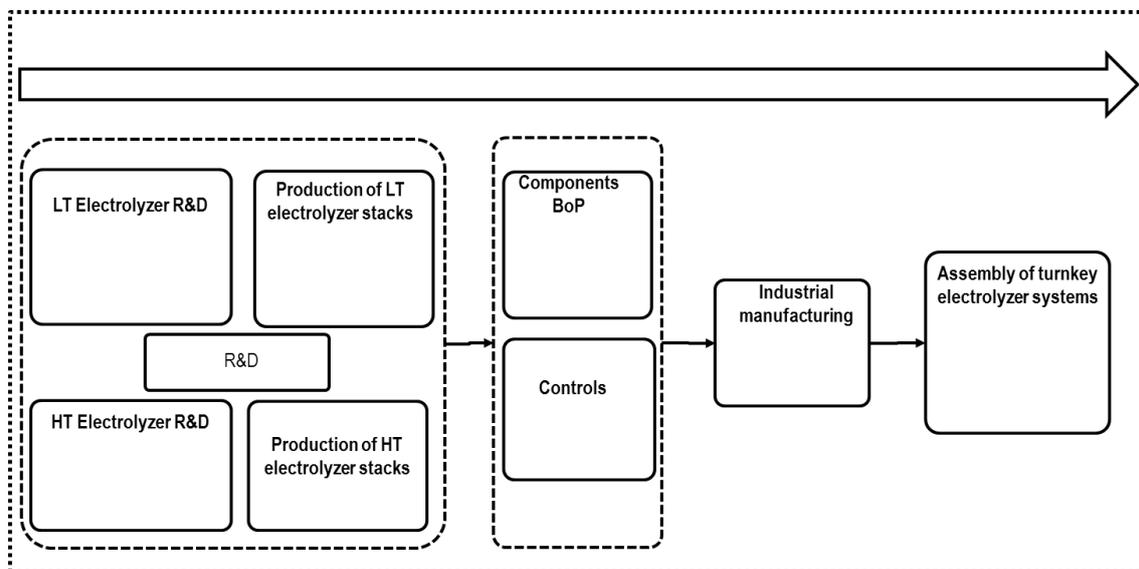
- clusterizzare le proposte per facilitare eventuali sinergie;
- identificare eventuali gap da colmare per la realizzazione delle filiere, mediante sinergie con centri di ricerca, università realtà industriali appartenenti anche ad altre regioni.

Le candidature sono state classificate nelle seguenti tipologie:

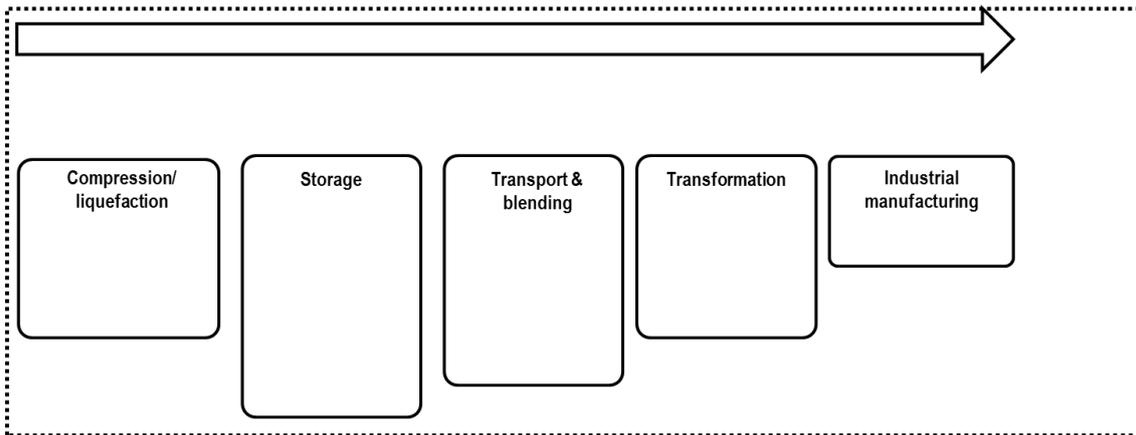
- progetto R&D: realizzazione di prototipi innovativi/dimostrativi su scala pilota/pre-commerciale (TRL 4-6);
- H2 valley o Living Labs: realizzazione di ecosistemi integrati con produzione/logistica/utilizzi finali, utili alla qualifica dei componenti avanzati in ambiente produttivo (TRL > 6) da utilizzarsi anche per attività di formazione e trasferimento tecnologico;
- First Industrial Deployment (FID): realizzazione di intere linee produttive in un sito industriale (TRL 8) con la sostituzione (parziale o totale) della tecnologia convenzionale con quella a idrogeno (“verde” o “blu”).

Definizione dei Clusters (Workstreams)

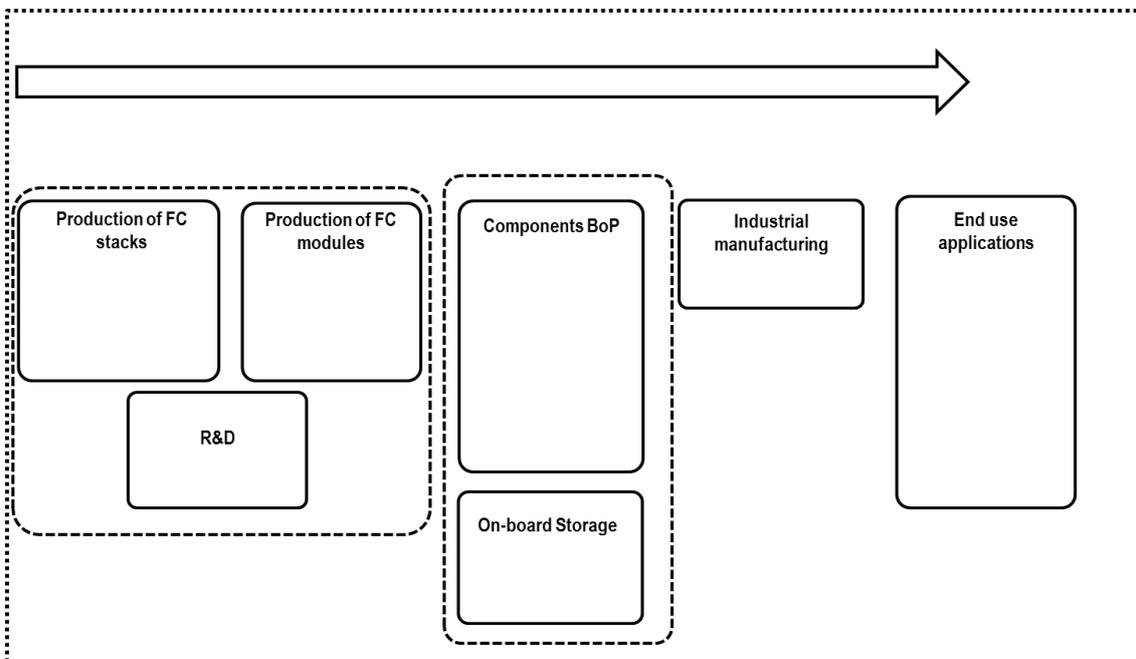
Nelle figure che seguono sono schematizzati i workstreams (WS) relativi alle filiere abilitanti.



WSA (abilitante): sviluppo, fornitura e installazione di elettrolizzatori.

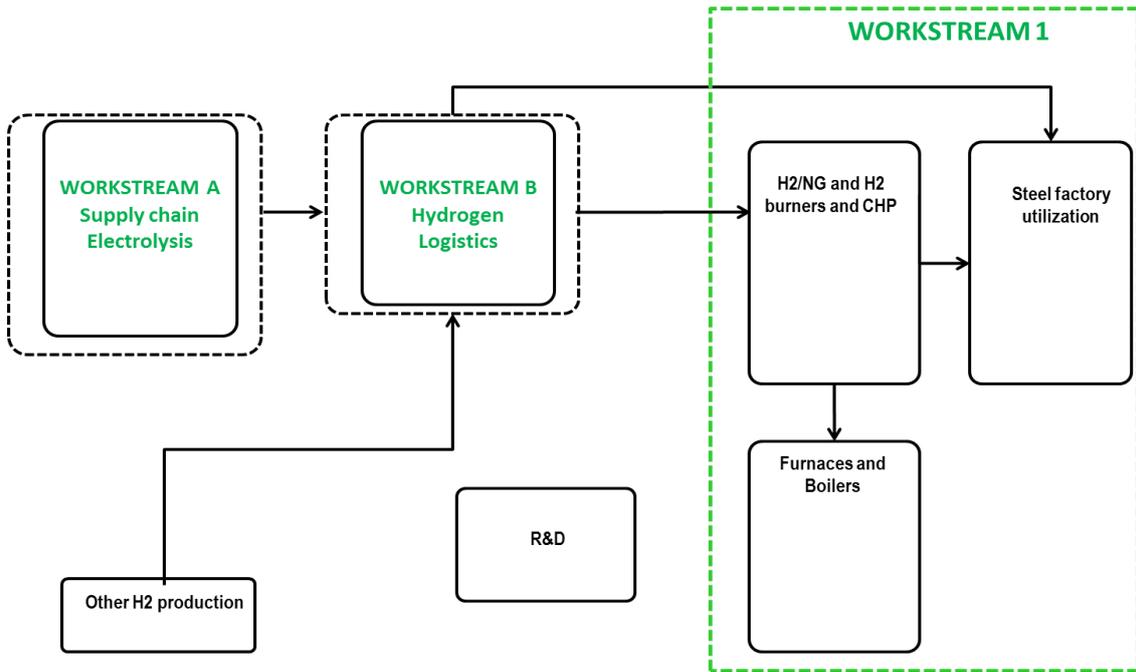


WSB (abilitante): logistica dell'idrogeno (compressione, stoccaggio, distribuzione).

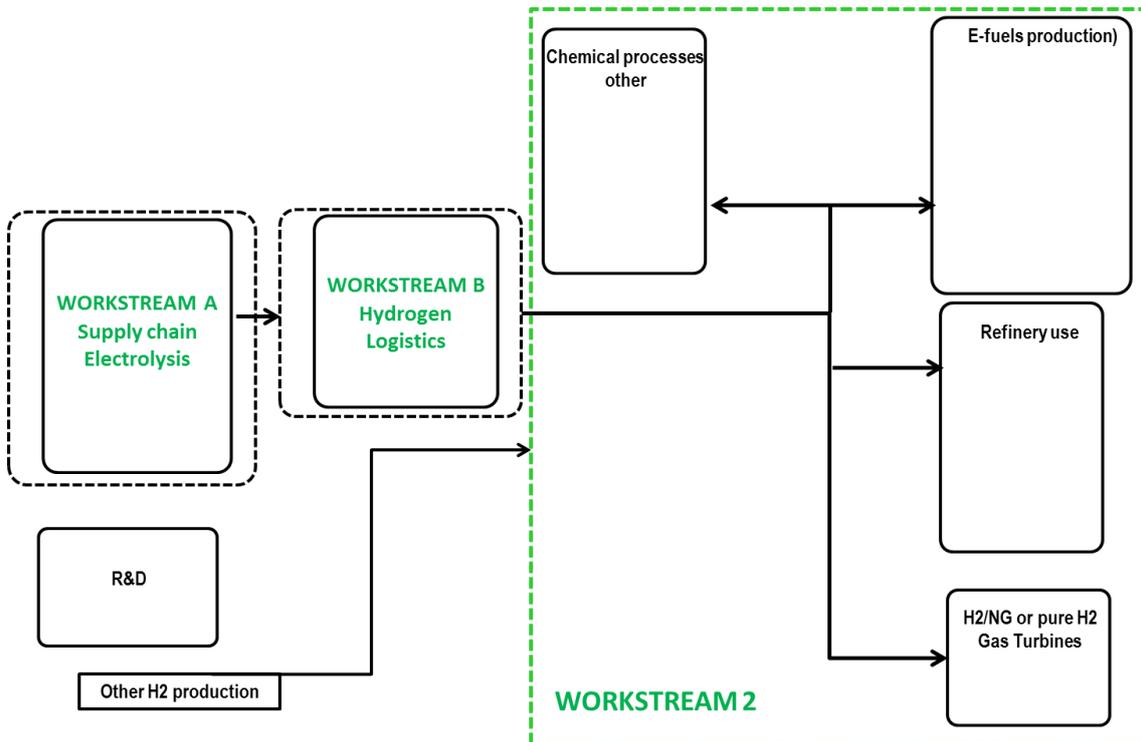


WSC (abilitante): sviluppo, fornitura e installazione di celle a combustibile.

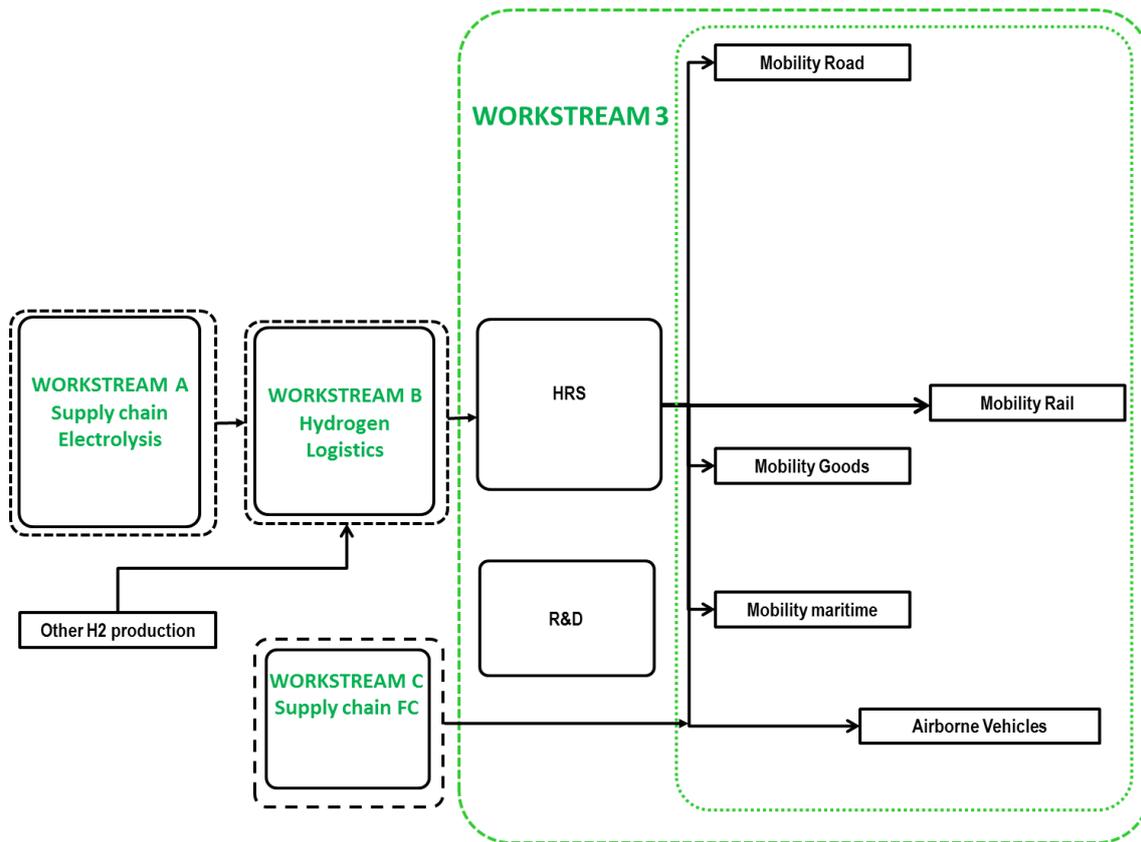
Il WSA “sviluppo, fornitura e installazione di elettrolizzatori” potrebbe essere affiancato da un WS relativo ad “altri sistemi di produzione sostenibile di idrogeno”, come ad es. Termolisi, Fotoelettrolisi o produzione da processi di conversione/valorizzazione di rifiuti. Per tale ragione, nelle seguenti schematizzazioni dei WS di filiera, il WSA è affiancato da un WS comprendente altri processi di produzione di idrogeno (compreso l'idrogeno blu). Questa integrazione permetterebbe di incrementare la resilienza del settore mediante diversificazione sia delle fonti primarie che delle tecnologie messe in campo per la generazione di idrogeno.



WS1 (filiera): “acciaierie verdi”.



WS2 (filiera): Chimica “verde” e raffinerie di nuova generazione.



WS3 (filiera): Mobilità sostenibile a emissioni zero.

Da quanto precedentemente esposto sull'impostazione metodologica adottata per la clusterizzazione, i soggetti che avevano precedentemente manifestato interesse a partecipare all'iniziativa sono stati invitati a presentare ulteriori dettagli sulle rispettive proposte progettuali. In tal modo è stato possibile raggruppare le iniziative pervenute all'interno delle Workstreams (WS, abilitanti e di filiera), come già spiegato. Tale clusterizzazione ha permesso di individuare sinergie tra i soggetti, per la costituzione di una rete di collaborazione per la realizzazione progetti concreti sul territorio regionale; inoltre, tale analisi ha consentito di identificare eventuali gap da colmare per la realizzazione delle filiere.

A tal fine si cercheranno sinergie con centri di ricerca, università realtà industriali appartenenti anche ad altre regioni.

Oltre ai criteri di classificazione già descritti, le proposte esaminate sono state classificate considerando i seguenti aspetti:

- Proposta "trainante": progetto circoscritto e ben contestualizzato nella filiera.
- Proposta "trainata": fornitura di servizi tecnici (R&D, ingegneria, relazioni con istituzioni, ecc.) a supporto della realizzazione della filiera.
- da classificare: proposta che richiede ulteriori approfondimenti con il soggetto proponente al fine di definire la classificazione.

Risultati ottenuti dai Cluster di lavoro

I criteri adottati per la Clusterizzazione sono quelli già esposti in precedenza. Si riassumono di seguito quali sono i Workstream abilitanti e di Filiera e l'elenco degli Stakeholders unitamente ai WS di appartenenza.

Workstreams abilitanti		
WS.A	Produzione: Sviluppo e fornitura di elettrolizzatori	elettrodi, stack, controlli, componenti ausiliari, BoP, integrazione di sistema, fornitura e installazione “chiavi in mano”
	Produzione: altre tecnologie	termolisi, fotoelettrolisi o recupero di idrogeno da rifiuti
WS.B	Logistica	compressione/liquefazione, stoccaggio, trasporto (idrogenodotti, carri bombole, blending con metano), trasformazione in carriers chimici (metanazione, ammoniacca, ecc.), controllo delle reti di distribuzione
WS.C	Sviluppo e fornitura di Celle a Combustibile	elettrodi, stack, controlli, componenti ausiliari, BoP, integrazione di sistema, fornitura e allaccio presso utilizzatori finali (residenziale, industriale, co-generazione, ecc.)

WorkStreams di Filiera	
WS1	Acciaierie verdi
WS2	Chimica “verde” e raffineria nuova generazione
WS3	Mobilità sostenibile ed emissioni zero

Elenco Stakeholders e loro razionalizzazione.

Proponenti	Worksteam di riferimento
Acciaierie di Sicilia S.p.A	WS1
Apollo Solar S.r.l	WSA -WS1
Eni	WS2
Enel Greenpower	WSA-WSB-WSC-WS1-WS2-WS3
De Nora	WSA
Erre Due S.p.A	WSA
FREE Genera	WSA
Air Liquide	WSA-WSB- WS1-WS2-WS3
Green wave S.r.l	WSA
AlgoWatt S.p.A	WSA
Baxenergy	WSA
C&C Consulting	WSA
Ecoprime Italia S.r.l	WSA
Coolbine S.r.l	WSA
Meridionali Impianti S.p.A	WSA
Engineering Ingegneria Informatica	WSA
Qair Italia	WSA
Salupo S.r.l	WSA
Archimede	WSA
ISAB S.r.l	WSA
Ditta Bono S.p.A	WSA
Raco	WSA
Tecnoray S.r.l	WSA
AMG S.p.A	WSB
Meic Services	WSB

Geco Engineering S.r.l	WSC-WS3
Sapio	WSA-WSB-WSC-WS3
Petrol Company S.r.l	WS3
Autorità portuale dello Stretto	WS3
Fercam	WS3
Tozzi Green S.p.A	WSA-WS3
Hydron Engineering	WSA-WSB-WSC-WS3
Power Evolution S.r.l	WSA
Fondazione Ettore Majorana	WSA-WSB-WSC-WS1-WS2-WS3
Cerid	WSC- Other technologies
Sinergia R&S S.r.l	WS3
INSTM	WS2
Università di Palermo	WSA-WSB-WSC-WS1-WS2-WS3
Università di Messina	WS2
Università di Catania	WS2-WS3
CUEIM	WS2-WS3
Di Pietro Group S.r.l	WSA
Leonardo engineering S.r.l	WSA
EF Sviluppo S.r.l	WSA
FET-FIAMM S.p.a	WSC-WS3
Opus Automazione S.p.A	WSA-WSB-WSC-WS3
Enerwawe S.r.l	WS3
Infocert	WS1
Asec Trade S.r.l	WS3
SMT	WS2
Tecnologie Pinfarina S.r.l	other technologies
Stam	

Sasol Italy S.p.A	
Scire	
Rina S.p.A	
Fata S.p.A	
ABB S.p.A	
Sicilacque	
Atena Scarl	
Servizi Speciali S.r.l	
Fornindustria S.r.l	
Europrogrammi s.a.s	
COEMI S.r.l	
Navtech	
Università di Enna	
Università di Napoli	
Università di Perugia	
Città di Termini Imerese	
CEO CMD S.p.A	
Advanced Technology Solution	
Smartech a.r.l	
Ferplant	
Orsa	
Euromed	
Banca Agricola Popolare di Ragusa	
Sicilesco	
Città di Troina	
Comune di Gela	

Le proposte pervenute permettono di coprire la filiera abilitante della produzione di idrogeno (WSA), fornendo un ampio spettro di opzioni, dall'elettrolisi a bassa temperatura (LT) a sistemi innovativi come quelli termici di valorizzazione dei rifiuti. In particolare, sulla produzione di elettrolizzatori si registra l'interesse di soggetti industriali di elevato spessore tra cui Enel Greenpower, De Nora, Erredue. Va inoltre rilevata la numerosità delle aziende interessate a fornire competenze sull'integrazione degli elettrolizzatori con energie rinnovabili, tra cui: AirLiquide, Green wave, AlgoWatt, Baxenergy, C&C Consulting, Ecoprime, Coolbine, Meridionali Impianti, Engineering Ingegneria Informatica, Qair Italia.

La filiera abilitante della logistica (WSB) non mostra un altrettanto ampio spettro di copertura. In particolare non si registra interesse sulla conversione dell'idrogeno in vettori energetici (ad es. combustibili sintetici o "e-fuels"). Tali applicazioni potranno tuttavia essere indotte dal sopra citato sviluppo di sistemi di elettrolisi da rinnovabili. Va inoltre segnalato l'interesse verso il trasporto dell'idrogeno in gasdotti, come dimostrato da AMG Energia.

Anche la filiera abilitante dello sviluppo delle Fuel Cells (WSC), pur non presentando significativi interessi applicativi, risulterà a sua volta indotta dalle sopra citate espansioni delle filiere della produzione (WSA) e distribuzione (WS2).

Particolarmente significativo è l'interesse applicativo nel campo siderurgico (WS1) e della raffinazione o bio-raffinazione (WP2), con importanti iniziative industriali promosse da Enel GreenPower, Acciaierie di Sicilia ed Eni.

Numerosi stakeholders hanno inoltre manifestato interesse a fornire supporto di vario genere, sotto forma di servizi specialistici avanzati, sia di tipo tecnico-scientifico (R&D da parte di Università e centri di ricerca) e ingegneristico, che di tipo finanziario ed educativo.

In conclusione, dall'analisi dei risultati della clusterizzazione delle proposte pervenute si può ritenere che vi siano le condizioni di aggregazione dello CNATI in Sicilia attorno a un nucleo di sviluppo applicativo focalizzato sulla:

- produzione di idrogeno "verde" da fonti rinnovabili con tecnologie diversificate;
- utilizzo dell'idrogeno "verde" prodotto per la decarbonizzazione di settori industriali quali quelli della raffinazione/bio-raffinazione e delle acciaierie.

La rete potrà essere costituita da importanti stakeholders industriali affiancati da un tessuto di Università, Istituzioni locali, PMI e società di consulenza/ingegneria.