



Ricerca di Sistema elettrico

Diffusione dei risultati e partecipazione a reti internazionali inerenti l'accumulo elettrochimico 2020

M. Moreno, O. Perego, R. Nocera, M. Ferraro, F. Vellucci e
P.P. Prosinì

DIFFUSIONE DEI RISULTATI E PARTECIPAZIONE A RETI INTERNAZIONALI INERENTI L'ACCUMULO ELETTOCHIMICO 2020

M. Moreno¹, O. Perego², R. Nocera³, M. Ferraro⁴, F. Vellucci⁵, P. P. Prosinì¹.

¹ENEA, Laboratorio Accumulo Batterie ed Idrogeno, C.R. Casaccia, Santa Maria di Galeria, 301 - 00123, Roma

²Ricerca sul Sistema Energetico - RSE S.p.A. via R. Rubattino, 54 - 20134 Milano

³ENEA, Institutional Affairs, EU and International Relations, Rue de Namur 72, 741000 - Bruxelles

⁴CNR-ITAE, Salita Santa Lucia Sopra Contesse, 5 - 98126 Messina

⁵ENEA, Laboratorio di Sistemi e Tecnologie per la Mobilità Sostenibile, C.R. Casaccia, Santa Maria di Galeria, 301 - 00123, Roma

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Dicembre 2020

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - II annualità

Obiettivo: *Tecnologie*

Progetto: 1.2 "Sistemi di accumulo, compresi elettrochimico e power to gas, e relative interfacce con le reti"

Work package: *WP1 - Accumulo elettrochimico*

Linea di attività: *LA 26 - Diffusione dei risultati e partecipazione a reti internazionali 2*

Responsabile del Progetto: Ing. Giulia Monteleone

Responsabile del Work Package: Dr. Pier Paolo Prosinì

Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE.....	5
2 LE BATTERIE IN EUROPA: LE INIZIATIVE IN CORSO.....	5
3 EUROPEAN BATTERY ALLIANCE.....	6
3.1 EBA250	8
3.2 GIGA FACTORY E ALTRE INIZIATIVE INDUSTRIALI	9
3.3 BUSINESS INVESTMENT PLATFORM	12
3.4 EVENTI EBA250 DEL 2020	12
4 IMPORTANT PROJECTS OF COMMON EUROPEAN INTEREST (IPCEI)	15
4.1 FUNZIONAMENTO	15
4.2 IPCEI SULLE BATTERIE	16
5 SET PLAN	18
5.1 GRUPPO DI LAVORO INFORMALE ITALIANO.....	19
5.2 ITALIAN BATTERY ALLIANCE	21
6 ETIP BATTERIES EUROPE (ETIP-BE).....	21
6.1 GOVERNANCE.....	22
6.2 DOCUMENTI PROGRAMMATICI PUBBLICATI NEL 2020.....	23
6.2.1 LO SVILUPPO DEL DOCUMENTO SU ARGOMENTI R&I	23
6.2.2 La Strategic Research Agenda.....	31
6.3 PARTECIPAZIONE AD EVENTI E WEBINAR	33
6.3.1 "Batterie sostenibili: un alleato per la ripresa verde" a EUSEW.....	33
6.3.2 Primo seminario: Stato di avanzamento delle batterie in Europa: stiamo affrontando la sfida?.....	34
6.3.3 Secondo seminario: cosa ci rende diversi? Gli sforzi dell'Europa per affrontare temi trasversali.....	34
6.3.4 Seconda Assemblea Generale di Batteries Europe.....	35
6.3.5 Terzo workshop: People Power for the Battery Value Chain - from Education and Research to Implementation.....	36
7 EERA.....	37
7.1 EERA JP ENERGY STORAGE	37
7.1.1 Sub-programmes.....	38
7.1.2 Highlight 2020.....	40
8 STRATEGIA DI RICERCA A LUNGO TERMINE "BATTERY 2030+"	42
8.1.1 Obiettivi dell'iniziativa	44
9 DISSEMINAZIONE	46
9.1 NANOINNOVATION 2020	46
9.2 PARTECIPAZIONE A CONGRESSI, ARTICOLI, TESI E ALTRO.....	47
10 CONCLUSIONI.....	50

Sommario

In questo rapporto sono riportate le principali collaborazioni internazionali intraprese dall'ENEA da gennaio 2020 a dicembre 2020 ed alcune delle iniziative intraprese al fine di comunicare o scambiare i risultati delle attività svolte all'interno del Progetto "Sistemi avanzati di accumulo dell'energia". La partecipazione è stata anche funzionale al ruolo di supporto tecnico-scientifico e programmatico che l'ENEA svolge per i Ministeri competenti e per l'industria nazionale nel suo complesso. Come negli anni precedenti sono proseguite le attività relative al monitoraggio e alla partecipazione ai tavoli di lavoro di varie iniziative regionali, nazionali, europee e internazionali sullo sviluppo dei Sistemi d'Accumulo. Alcune iniziative raggruppano gli interessi di *stakeholder* industriali, della ricerca e istituzioni per redigere roadmap e piani d'implementazione utili alla Commissione Europea per definire i piani di incentivazione. Altre sono mirate a creare presupposti di collaborazione progettuale tra soggetti nello sviluppo tecnologico. Grazie alla collaborazione proattiva con i referenti e i delegati degli altri gruppi ENEA coinvolti e dei colleghi di RSE e CNR, questa attività di monitoraggio copre tutto il panorama sulle varie iniziative regionali, nazionali, europee e internazionali sui Sistemi d'Accumulo (SdA). In questo rapporto vengono riportate solo le attività seguite dagli scriventi e collaboratori del Progetto "Sistemi avanzati di accumulo dell'energia", salvo dove diversamente scritto nel testo. Verranno inoltre presentate le azioni di comunicazione e diffusione dei risultati della ricerca svolte all'interno del Programma "Ricerca di Sistema Elettrico", che sono state effettuate mediante partecipazione ad iniziative nazionali ed europee (convegni, mostre e workshop) con la presentazione di relazioni che illustrano le attività e i principali risultati ottenuti.

1 Introduzione

L'attività di divulgazione e diffusione dei risultati avviene attraverso la partecipazione di ENEA a vari gruppi di lavoro, nazionali e internazionali, riguardanti l'accumulo elettrochimico di energia. A livello internazionale le attività hanno lo scopo di creare alleanze e favorire una maggiore integrazione tra i programmi nazionali di R&S portati avanti all'interno del programma "Ricerca di Sistema Elettrico" con quanto si sta facendo nel resto dell'Europa e nel mondo. Inoltre, la partecipazione a tali tavoli di discussione contribuisce a riversare il punto di vista e gli obiettivi di ENEA e dell'Italia, nelle linee guida che vengono delineate a livello soprattutto europeo.

Le iniziative e i programmi nazionali ed europei operano su più ambiti della ricerca, innovazione e sviluppo competitivo dei sistemi di accumulo: dallo sviluppo tecnologico dai materiali all'applicazione al riciclo con ETIP *Batteries Europe*, *Battery 2030+*, EERA JP-ES, alla realizzazione di progetti di ricerca industriali con IPCEI e AMBP, alla formazione di network tra ricerca e industria quali i cluster nazionali e territoriali, fino a iniziative internazionali nate per influenzare le politiche di finanziamento alla ricerca e innovazione, come *Mission Innovation*.

In questo rapporto verranno descritti i risultati e gli obiettivi, per il 2020, delle iniziative seguite in particolare dagli scriventi ENEA, spesso in sinergia con gli altri partner dell'accordo. ENEA, CNR e RSE, lavorano, anche in questo ambito, in stretta collaborazione (come dimostra la presenza dei tre enti tra i co-autori del presente rapporto), ma anche evitando una completa sovrapposizione, così da coprire un più ampio spettro di attività anche in base alle diverse specifiche *mission* degli enti coinvolti. In questo rapporto i co-autori hanno dato il loro contributo per le attività seguite in particolare da loro nel 2020 e oggetto di rapporto tecnico anche presso i loro enti, così come gli scriventi ENEA hanno fornito il loro contributo negli altri rapporti tecnici paralleli.

2 Le batterie in Europa: le iniziative in corso.

Nel giugno del 2014 il Consiglio Europeo ha stabilito la creazione dell'Unione Europea dell'Energia (*European Energy Union*) con il triplice obiettivo di fornire energia a prezzi accessibili alle imprese e ai consumatori; garantire energia a tutti i paesi dell'UE mediante la riduzione della dipendenza energetica dell'UE; generare più energia verde e proseguire la lotta ai cambiamenti climatici. Con riferimento alla Ricerca e Innovazione in ambito energetico, la Commissione Europea nel 2015 ha varato l'*Integrated SET-Plan (Strategic Energy Technology Plan)* [1] che contiene le strategie di massima, per accelerare lo sviluppo di tecnologie a basso tenore di carbonio. Esso cerca di migliorare le tecnologie più promettenti e abbassarne i costi, coordinando gli sforzi di ricerca nazionali e aiutando a finanziare i progetti. L'*action 7* che riguarda "*Batteries and e-mobility*" è confluita nelle attività della "*European Technologies and Innovation Platform Batteries Europe*" (ETIP BE). Sul tema delle batterie in Europa ci sono anche altre iniziative come il *Joint Programme* di "*European Energy Research Alliance – JP Energu Storage*" (EERA JP ES), la *European Battery Alliance* (EBA), iniziativa industriale per sviluppare l'intera filiera delle batterie, l'iniziativa FET (*Future Emerging Technologies*) di ricerca a lungo termine "*Battery 2030+*", e la *Battery Partnership* che si costituirà nel 2021 come strumento del framework programme "*Horizon Europe*".

Esistono poi altri strumenti cui si rivolge la Commissione Europea per definire i programmi di finanziamento e incentivazione, quali le associazioni e i *cluster* tecnologici (europei, nazionali e regionali) che raccolgono interessi di gruppi di ricerca o industrie.

Infine, esistono altre azioni parallele su scala globale, come *Mission Innovation* in cui il Challenge N.6 "*Clean Energy Materials*" riguarda i materiali per l'energia, inclusi i materiali per l'accumulo e *Implementing Agreement (IA)* dell'International Energy Agency (IEA) su "*Energy Storage*" (ES).



Figura 2.1 – Iniziative europee, strumenti finanziari e consultivi in capo alla Commissione Europea riguardanti le batterie.

Nei prossimi capitoli verranno descritti brevemente alcuni di questi strumenti partendo da quelli rivolti ad un orizzonte temporale più corto e TR più alto, fino a quelli a TRL basso e più a lungo termine; il focus è ovviamente sulle attività dell’annualità oggetto di rapporto.

3 European Battery Alliance

European Battery Alliance (EBA) [2,3] è un’iniziativa di politica industriale lanciata nel 2017 dal Vice Presidente della Commissione Europea Maroš Šefčovič, per sviluppare in Europa il settore delle batterie, rendendolo competitivo rispetto alla concorrenza asiatica e americana, e potenziando la capacità produttiva di batterie con tecnologia a ioni di litio alla scala di *Giga Factories* (produzione espressa in GWh/anno), sia per impieghi nei trasporti che per applicazioni nel sistema elettrico.

Questa iniziativa nasce dalla consapevolezza che il mercato delle batterie nei prossimi anni è destinato a crescere esponenzialmente, trainato dal settore automobilistico, sempre più spinto verso soluzioni di alimentazione ibrida o totalmente elettrica, e dal settore dell’accumulo stazionario, con la sempre maggior esigenza di flessibilità e sicurezza richiesta dal sistema elettrico per l’incremento della quota di rinnovabili non programmabili connessa alla rete.

Questa situazione e l’evoluzione verso un settore energetico e dei trasporti sempre più elettrico, anche in considerazione degli obiettivi di decarbonizzazione del *European Green Deal* [4], comporta per l’Europa un forte rischio strategico: senza una produzione europea di batterie, i settori dell’energia e della mobilità diventerebbero dipendenti da tecnologie e componenti di provenienza extra europea. Il settore maggiormente a rischio è quello della mobilità, dove i costruttori di automobili in tutte le loro parti, per mantenere il vantaggio competitivo, devono ridurre la dipendenza dal mercato asiatico e americano per la parte propulsiva dei propri veicoli.

Infatti, il mercato delle batterie è al momento dominato da produttori asiatici e americani. EBA vuole consentire all’Unione Europea di recuperare il ritardo competitivo accumulato nei loro confronti e di catturare una significativa porzione dell’intera catena del valore del mercato rapidamente crescente delle batterie, stimato in 250 miliardi €/anno dal 2025 in avanti.

Oltre all’obiettivo di politica industriale per la creazione di una capacità produttiva competitiva, EBA mira alla *governance*, all’allineamento e indirizzamento delle azioni di R&I già avviate o di prossimo avvio nel settore

delle batterie. In merito alle azioni di R&I, EBA richiama investimenti e finanziamenti su vari strumenti di supporto, congeniali ai diversi *stakeholder* e orizzonti temporali:

- la Commissione Europea ha aumentato le risorse di *Horizon 2020*, anche attraverso gli strumenti del *Green Deal*, e ha in programma ulteriori impegni su *Horizon Europe* per la ricerca sulle batterie a supporto degli obiettivi di breve e medio termine;
- prosegue, inoltre, il programma pluriennale di ricerca su larga scala con l'iniziativa *Battery 2030+* che dovrebbe attivare ulteriori strumenti di supporto su un orizzonte di lungo periodo (2030);
- nel breve periodo sono invece disponibili strumenti finanziari della *European Investment Bank* (EIB) più adatti a sviluppi industriali, come *European Fund for Strategic Investments* (EFSI) [5] e il *Fondo Europeo per l'Innovazione* (EIF) [6];
- è stata creata la piattaforma tecnologica specifica delle batterie ETIP *Batteries Europe* ed è stata avviata una partnership, consolidata in forma di associazione (BEPA), per fornire una rappresentanza a tutti gli *stakeholder* che operano sul tema;
- la Commissione Europea, infine, si fa promotrice di partenariati di tipo pubblico-privato e finanziamenti a privati per favorire la creazione di consorzi che investano nella realizzazione di *Giga factory*.

EBA si propone di far nascere una filiera integrata a livello europeo, tale da coprire l'intera catena del valore: dall'estrazione sostenibile, alla realizzazione di materiali innovativi, celle e batterie, alle applicazioni quali e-mobility e uso stazionario, al market design, al riciclo e all'uso in *2nd life*, in un'ottica di sostenibilità ed economia circolare (Figura 3.1).



Figura 3.1 – EBA: Catena del valore della filiera delle batterie [7].

L'approccio sull'intera catena del valore è funzionale alla realizzazione di fabbriche di batterie, in quanto è necessario assicurarsi sia la disponibilità di materie prime e macchinari, sia garantirsi l'accettazione del mercato e predisporre lo smaltimento e il riciclaggio del prodotto utilizzato.

L'approccio di EBA è multidimensionale: tecnologia, modelli di business, catena di approvvigionamento, capitale umano, regolamentazione e industrializzazione sono le dimensioni di questo sistema che possono e devono essere affrontate contemporaneamente, poiché interconnesse.

3.1 EBA250

A supporto dell’iniziativa industriale, nel 2018 è stato elaborato un Piano di Azione strategico da un tavolo di *stakeholder*, denominato EBA250 [8], guidato da EIT InnoEnergy [9], istituto Europeo d'Innovazione e Tecnologia.

Al tavolo siedono organizzazioni del settore pubblico e privato con una collaborazione che si è via via allargata fino a comprendere oltre 500 partecipanti.

Partecipa alla piattaforma una nutrita rappresentanza italiana, a partire dalle industrie interessate ad avviare iniziative di rilievo nella *value chain* delle batterie a ioni litio. Anche ENEA e RSE partecipano attivamente a questo tavolo, a supporto dell’industria e come aggregatore per tutta la comunità di ricerca italiana.

In tabella 3.1 è riportato uno schema che rappresenta i *partner* italiani del consorzio EBA250 e la loro collocazione nella *value-chain*.

Nell’ambito del gruppo nazionale informale sulle batterie, ENEA trasferisce anche le informazioni su EBA alle organizzazioni non direttamente coinvolte e si fa carico di riportare in tale ambito gli *input* ricevuti dagli *stakeholder* nazionali, favorendone la partecipazione diretta nel caso di sostanziale pertinenza e interesse verso le azioni della *European Battery Alliance* medesima.

Tabella 3.1 – EBA: partner italiani coinvolti nel consorzio EBA250 [10].

Partner	Sito
RAW MATERIALS	
ITALMATCH CHEMICALS	https://www.italmatch.com/
ACTIVE MATERIALS	
ASTER - Regione Emilia-Romagna	https://www.aster.it/en
FEDERCHIMICA, Federazione Nazionale Industria Chimica	https://www.federchimica.it/en/home
ITALMATCH CHEMICALS	https://www.italmatch.com/
CELL MANUFACTURING & MACHINERY	
COMAU	https://www.comau.com/en
ISTITUTO ITALIANO DI TECNOLOGIA	https://www.iit.it/
LITHOPS S.R.L.	
MARPOSS	https://www.marposs.com/eng/
POLITECNICO DI MILANO	https://www.polimi.it/en/
SOVEMAGROUP SPA	https://www.sovemagroup.com/
BATTERY PACKS & SYSTEMS	
COMAU	https://www.comau.com/en
FAAM FIB SRL	https://www.faam.com/eng/
GREEN ENERGY STORAGE	https://www.greenenergystorage.eu/en/
ISTITUTO ITALIANO DI TECNOLOGIA	https://www.iit.it/
POLITECNICO DI MILANO	https://www.polimi.it/en/
APPLICATION & INTEGRATION	
AFIL (Lombardy Cluster For The Advanced Manufacturing)	https://www.afil.it/
AMMA – Aziende Meccaniche Meccatroniche Associate	https://www.amma.it/english/
AVL ITALY TECHNICAL CENTRE	https://www.avl.com/-/avl-italy-technical-centre
CENTRO RICERCHE FIAT S.C.P.A.	https://www.crf.it/EN
ENEA	https://www.enea.it/en/
ENEL	https://www.enel.com/
FPT Powertrain Technologies – A brand of CNH Industrial	https://www.fptindustrial.com/global/en
RSE	http://www.rse-web.it/
TERNA	https://www.terna.it/en
RECYCLING / SECOND LIFE	
COBAT	https://www.cobat.it/
COMAU	https://www.comau.com/en
ITALMATCH CHEMICALS	https://www.italmatch.com/

Il Piano di Azione strategico di EBA250 identifica 18 azioni prioritarie [11] che rappresentano il quadro abilitante per stimolare l’iniziativa industriale nei diversi ambiti, da quello regolatorio, alla standardizzazione, alla R&I, al reperimento delle materie prime. Lo scopo è quello di mitigare il rischio degli investimenti nell’avviare iniziative di sviluppo industriale nel settore.

Come auspicato, alcuni *stakeholder* stanno dando luogo alla creazione di consorzi che investono nella realizzazione di *Gigafactory* o in altri progetti che lavorano su ambiti diversi della catena del valore, quali il reperimento delle materie prime o il riciclo.

EBA non è uno strumento di finanziamento, ma individua e promuove azioni/attività R&I per il raggiungimento degli obiettivi di competitività del “*battery manufacturing*” a livello europeo, affinché l’Europa possa aggiudicarsi una parte del sempre più crescente mercato delle batterie.

Gli strumenti di finanziamento a cui si attinge, perché ciò si realizzi, sono di seguito elencati:

- programmi di Ricerca e Sviluppo nazionali e regionali (principali fonti del finanziamento pubblico),
- schemi coordinati di collaborazione internazionale (attività congiunte tra gli Stati Membri per promuovere/favorire attività collaborative di strumenti di Ricerca e Sviluppo),
- strumenti di finanziamento europei, quali:
 - .1 *Horizon 2020* che include diversi schemi di supporto quali *R&I Collaboration Projects*, *ERA-NET CoFund*, *Coordination and Support Actions*;
 - .2 strumenti finanziari quali *InnovFin Energy Demonstration Projects*, *European Fund for Strategic Investments* (EFSI), *European Investment Banks Fund* (EIB) e Fondo Europeo per l’Innovazione (EIF);
- partenariati di tipo pubblico-privato e finanziamenti a privati,
- finanziamenti nazionali (istituzionali e basati su progetti) con i quali, ad esempio, sono sovvenzionati gli enti di ricerca che partecipano alla *European Energy Research Alliance*.
- programmi condivisi internazionali (IPCEI) e interregionali (AMBP)

Inoltre, a settembre 2019 è stata lanciata la *Business Investment Platform* (BIP@EBA) [12], una piattaforma *online* di “facilitatori” progettata da EIT InnoEnergy con la collaborazione di istituti finanziari e imprese, nata proprio per colmare il divario tra istituzioni finanziarie e imprese nella realizzazione di un *business plan*.

Tutte le azioni, sia quelle che richiedono l’intervento delle istituzioni, sia quelle con focus sul mercato, hanno un orizzonte temporale al 2025. EBA vuole arrivare pronta allo sviluppo previsto del mercato delle batterie.

3.2 *Giga Factory e altre iniziative industriali*

La missione di EBA riguarda principalmente la realizzazione di giga-fabbriche (*Giga Factory*) [13] di produzione di batterie agli ioni di litio. EBA promuove e favorisce progetti pronti a creare nuova capacità produttiva, principalmente nelle tecnologie a ioni di litio, ossia la tecnologia commerciale.

Alcune iniziative di creazione di consorzi che investono nella realizzazione di *Giga Factory* sono già state avviate: una quindicina di *Giga Factory* è in corso di sviluppo, con oltre 100 miliardi di euro di investimenti già mobilitati e più di 500 attori coinvolti, di cui 19 italiani (aziende, istituzioni e università) [14].

Tra le aziende più attive in Europa figura Northvolt [15], realtà svedese che lavora sull’intera catena del valore delle batterie, incluse attività di R&I. Northvolt ha in cantiere diverse fabbriche di batterie al litio per veicoli elettrici. La sua prima *Giga Factory* è a Skellefteå (Svezia) per la produzione di materiale attivo, assemblaggio di celle, riciclo e ausiliari. La fabbrica è alimentata al 100% da energia pulita. La produzione su larga scala inizierà nel 2021 e la capacità annuale aumenterà fino ad almeno 32 GWh entro il 2024, con il potenziale di espandersi fino a 40 GWh in futuro. Contestualmente Northvolt sta portando avanti il progetto di una seconda *Giga Factory* in *joint-venture* con il gruppo Volkswagen, prevista a Salzgitter, in Germania (Figura

3.2). L'inizio dei lavori è previsto per il 2021 e l'avvio della produzione è previsto per l'inizio del 2024. La produzione annuale iniziale sarà di 16 GWh.



Figura 3.2 – EBA: idea progettuale della seconda Giga-Factory di Northvolt in Germania.

Anche Johnson Matthey [16], una multinazionale inglese specializzata nella chimica e nelle tecnologie sostenibili, ha confermato di voler realizzare uno stabilimento a Konin in Polonia (Figura 3.3), destinato a produrre la nuova generazione di materiali catodici per batterie, sviluppata proprio dalla società londinese. L'iniziativa è sponsorizzata dalla Banca europea per la ricostruzione e lo sviluppo con un prestito complessivo da 135 milioni di euro.



Figura 3.3 – EBA: idea progettuale dello stabilimento di Johnson Matthey a Konin in Polonia.

La società industriale francese Verkor intende realizzare una *Giga Factory* in Europa del sud per la produzione di celle per batterie con il supporto di EIT InnoEnergy, Schneider Electric e GROUPE IDEC. La produzione dovrebbe iniziare nel 2023, con una capacità di 16 GWh e l'obiettivo di raggiungere i 50 GWh. La struttura richiederà un investimento iniziale di 1,6 miliardi di euro e creerà più di 2.000 posti di lavoro diretti, sostenendone altre migliaia nella sua catena di fornitura e nel suo ecosistema. La ricerca di oltre 200 ettari di terreno è già in corso (Figura 3.4). I progetti di *Giga Factory* coinvolgono anche operatori extra europei: Tesla prevede di costruire la sua quarta Giga Factory in Germania, vicino a Berlino (Figura 3.5). Batterie e propulsori saranno prodotti lì oltre alle auto. All'inizio dell'estate 2020, il CEO di Tesla Elon Musk ha affermato che la Giga Factory europea dovrebbe essere operativa entro la fine del 2021.



Figura 3.4 – EBA: idea progettuale dello stabilimento di Verkor.

Come si può notare, sono interessati all'investimento in *Giga-factory* anche investitori extra-europei, che possono portare in Europa competenze non ancora disponibili.



Figura 3.5 – EBA: idea progettuale dello stabilimento di Tesla in Germania.

Anche in Italia ci sono progetti per realizzare fabbriche di batterie. Il Gruppo SERI con un investimento di 55,4 milioni di euro punta ad aprire una fabbrica di batterie al litio (con tecnologia litio-ferro-fosfato) in Campania presso l'ex stabilimento Whirpool di Teverola con una capacità di circa 300 MWh/annui entro il primo trimestre del 2021 [17]. Si tratta di una piccola fabbrica, non di una *Giga Factory*; tuttavia, il Gruppo SERI ha avviato un secondo progetto nel febbraio del 2019 nel quadro del primo programma IPCEI. La nuova iniziativa, sempre a Teverola, sarà finanziata con 505 milioni di euro e prevede una capacità iniziale di 3 GWh/annui. Le batterie sono destinate a molteplici impieghi nell'*automotive*. Il prodotto SERI sarà customizzabile: saranno soluzioni progettate, sviluppate e prodotte in base alle specifiche esigenze della clientela (veicoli commerciali, auto di lusso/sportive, trasporto pubblico, navale). Questo spiega la capacità produttiva inferiore rispetto alle altre *Giga Factory* europee sopracitate, destinate soprattutto a servire il mercato di massa.

Sempre in Italia, Italtvolt [18], fondata e guidata da Lars Carlstrom, industriale pioniere nel settore automotive, già fondatore e azionista di Britishvolt, intende realizzare in Italia la più grande *Giga Factory* europea per dimensioni, con 300.000 m² previsti e una capacità iniziale di 45 GWh, che potrà raggiungere i 70 GWh. Con una stima di 4.000 lavoratori impiegati e nel complesso 10.000 nuovi posti di lavoro creati, la *Giga Factory* Italtvolt rappresenterà uno dei progetti industriali più importanti degli ultimi anni in Italia, per un investimento complessivo di circa 4 miliardi di euro. La prima fase del progetto sarà completata entro la primavera 2024 [19].

Ci sono, infine, altre iniziative in via di definizione, anche in altri ambiti della catena del valore, come ad esempio iniziative nate per potenziare le attività estrattive di materie prime adatte all’accumulo elettrochimico, o consorzi che mirano a potenziare l’ambito del riciclaggio di materiali.

Alcune di queste iniziative sono state proposte attraverso il nuovo strumento di intermediazione, realizzato nel contesto di EBA250, la *Business Investment Platform*, di cui si forniscono maggiori dettagli nel seguente paragrafo.

3.3 Business Investment Platform

Per favorire la mobilitazione degli investitori a supporto di iniziative nel settore, nel settembre 2019 è stata lanciata la *Business Investment Platform* (BIP@EBA) [20], una piattaforma di connessione tra proponenti di iniziative imprenditoriali e potenziali partner in grado di supportare tali iniziative. La piattaforma si pone come un “one stop shop” dove gruppi industriali, Piccole e Medie Imprese (PMI), organismi di ricerca, istituti finanziari, enti istituzionali e utilizzatori finali sono facilitati nel mettere a sistema le proprie competenze e risorse e nel realizzare investimenti di sviluppo del settore, attraverso un percorso di accompagnamento dedicato. L’obiettivo è di trasformare idee imprenditoriali in progetti di investimento bancabili.

BIP@EBA fornisce un supporto affinché un’idea progettuale possa concretizzarsi in un investimento, connettendo diversi soggetti per creare un robusto “business case”. La piattaforma ha già riunito diversi investitori istituzionali e operatori di venture capital: per l’Italia è presente Intesa Sanpaolo.

Lo strumento si rivolge a *start-up*, piccole e medie imprese, ma anche grandi imprese: esso copre esigenze diversificate che vengono identificate sulla base di un “customer journey”, attraverso il quale il progetto viene accompagnato a divenire “investable” e “bankable”.

3.4 Eventi EBA250 del 2020

Nel corso del 2020 si sono svolti diversi incontri del tavolo EBA250, ognuno caratterizzato da un obiettivo tematico [21]. Il 27/05/2020 si è svolto il primo evento virtuale di EBA in periodo di pandemia, intitolato “EBA250 Virtual Meetup: The latest battery industry development in Europe and the impact of COVID 19”, durante il quale è stato fatto un aggiornamento del mercato e un’istantanea sugli ultimi sviluppi del settore alla luce delle criticità dovute ai primi mesi di *lockdown*. I dati statistici mostrati hanno rasserenato gli uditori, in quanto la tendenza di crescita nei settori automobilistico e in altri settori ha mantenuto le aspettative di sviluppo dell’anno precedente (Figura 3.6) e neanche la realizzazione delle *Giga Factory* si è arrestata, come mostrato dalle presentazioni fatte da alcune realtà industriali coinvolte (CATL e LG Chem).

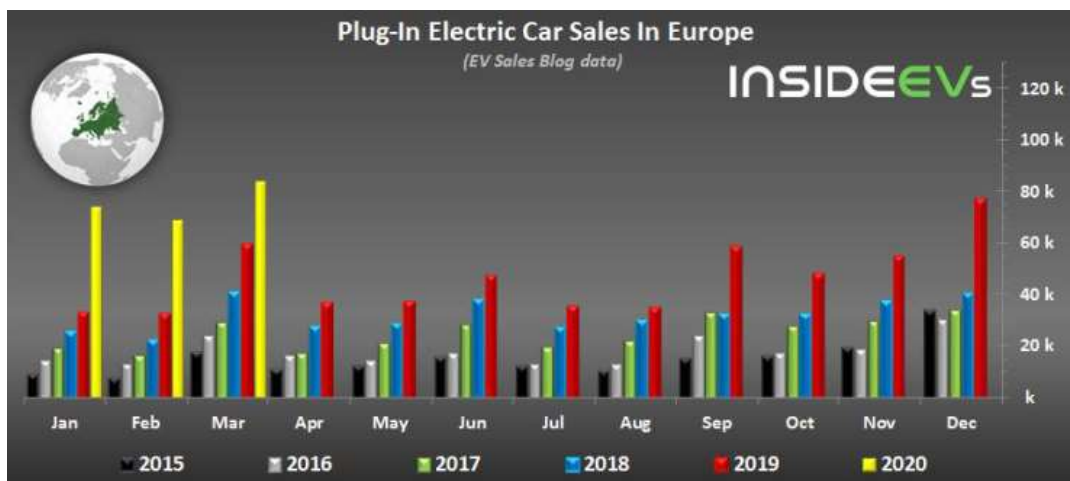


Figura 3.6 – EBA: Trend di crescita delle vendite di veicoli elettrici *plug-in* dal 2015 ai primi mesi del 2020 [22].

Il 01/07/2020 si è svolto l'evento "EBA250 Virtual Meetup: EU sustainability legislation for batteries and its impact on the European battery industry", in merito alle politiche europee di regolamentazione del mercato delle batterie con un focus sulle implicazioni industriali. La European Commission ha presentato il lavoro in corso sul nuovo quadro normativo delle batterie e alcune aziende, tra cui BASF, Northvolt e BlueSolutions hanno presentato i propri progetti di sviluppo di Giga Factory in Europa, sottolineando le azioni di sostenibilità messe in atto, come ad esempio la realizzazione di batterie facilmente riciclabili (Figura 3.7).

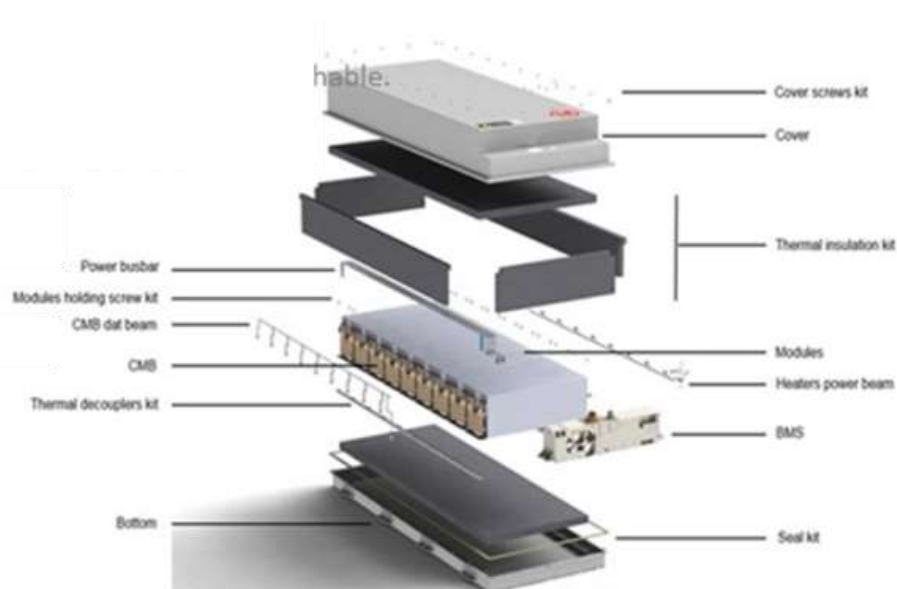


Figura 3.7 – EBA: Soluzione tecnologica di una batteria BlueSolutions facile da disassemblare in tutte le sue parti [23].

Il 23/09/2020 si è svolto l'evento "EBA250 Virtual Meetup: Raw Materials for the European Battery Industry", in merito alle sfide e opportunità derivanti dal reperimento dei materiali grezzi per la realizzazione di celle di batterie.

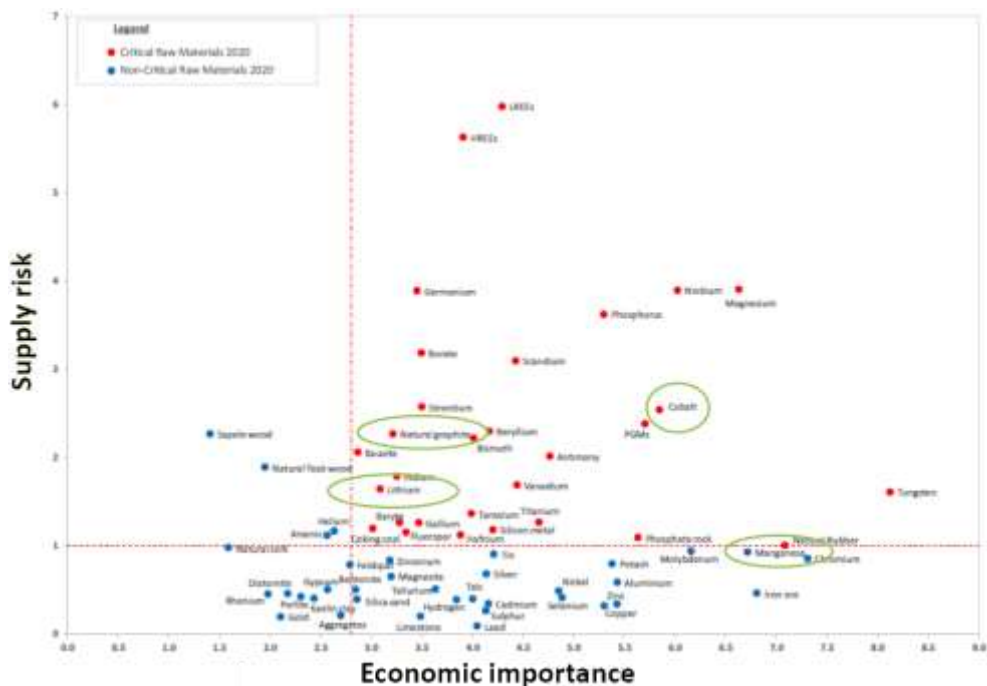


Figura 3.8 – EBA: Lista dei Critical Raw Materials stilata dalla Commissione Europea [24].

Sono stati presentati studi di EIT InnoEnergy e di EIT RawMaterials che hanno fatto emergere la criticità in termini di approvvigionamento e di importanza economica di alcuni materiali necessari per produrre le attuali batterie a ioni-Litio su cui si basa la realizzazione di Giga Factory del programma EBA (evidenziati in verde in Figura 3.8). In detta riunione sono state presentate anche le azioni in corso per il reperimento di nuovi ambiti minerari in Europa, alcuni oggetto di implementazione attraverso la piattaforma BIP di EBA, nonché le iniziative per il riciclo di materie prime (Figura 3.9). In particolare, sono stati presentati i progetti minerari di Savannah Group per l'estrazione di litio in Portogallo e quelli di produzione di materiali "battery grade" di CINOVEC.



Figura 3.9 – EBA: Progetti e iniziative minerarie e di riciclaggio in Europa in fase di sviluppo da inizio EBA.

Il 15/12/2020 si è svolto l'evento "EBA250 Virtual Meetup: Europe's new battery regulation", in merito alla nuova regolamentazione europea sulle batterie e le sue implicazioni sull'intera catena del valore. La Commissione Europea ha presentato il nuovo contesto regolatorio europeo sulle batterie [25].

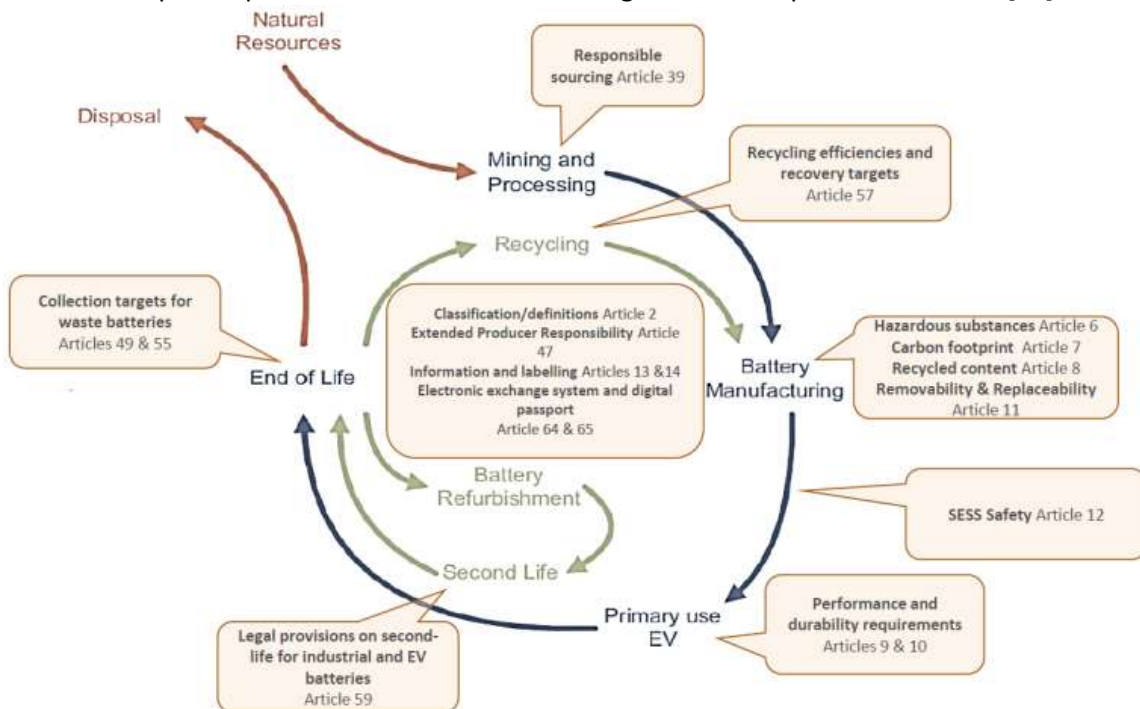


Figura 3.10 – EBA: Proposta di nuova regolamentazione europea sulle batterie (che copre l'intero ciclo di vita) [27].

Si tratta della proposta di una nuova regolamentazione del settore, che intende sostituire l'attuale direttiva 2006/66/EC [26]. La proposta copre l'intero ciclo di vita delle batterie (Figura 3.10). Contestualmente EIT InnoEnergy ha proposto un'analisi dettagliata del mercato, anche alla luce dei nuovi risvolti regolatori e normativi. Infine, alcune realtà industriali (Vektor, BMW e Umicore) hanno presentato i loro punti di vista, letti in ottica di opportunità dettate dall'introduzione del nuovo contesto regolatorio.

4 Important Projects of Common European Interest (IPCEI)

Un *Important Project of Common European Interest* (IPCEI) è uno strumento di supporto all'investimento in tecnologie o processi produttivi innovativi che prevede la deroga dalla normativa sugli aiuti di Stato per le sovvenzioni concesse dagli Stati Membri a progetti basati su ricerca e innovazione (o a progetti infrastrutturali o di particolare valenza ambientale).

I progetti finanziati all'interno dell'IPCEI promuovono l'interesse comune Europeo [28] e devono avere le seguenti caratteristiche:

- contribuire agli obiettivi fondamentali dell'Unione;
- essere partecipati da più di uno Stato Membro;
- essere innovativi (devono avere un alto contenuto di ricerca e innovazione che giustifichi l'intervento dello Stato a copertura del *market failure*);
- produrre un impatto europeo e ricadute allargate all'intero settore/*value chain* di riferimento.

Con la Comunicazione del settembre 2017 sulla nuova politica industriale della UE (COM/2017/0479 final) [29], la Commissione Europea ha istituito lo *Strategic Forum for Important Projects of Common European Interest* (IPCEI) con il compito di individuare le *value chain* di importanza strategica per l'Europa, nelle quali l'IPCEI è in grado di produrre un impatto sotto il profilo della competitività.

Per l'Italia sono membri dello *Strategic Forum for IPCEI*: MiSE, ART-ER (ex ASTER), Confindustria (GROW-STRATEGIC-FORUM@ec.europa.eu, 2018). Il *Forum* ha individuato le 9 *value chain* strategiche con proprie raccomandazioni alla Commissione Europea su rilevanza, impatto, priorità:

- *Connected, clean and autonomous vehicles*;
- *Smart health*;
- *Low-carbon industry*;
- *Hydrogen technologies and systems*;
- *Industrial Internet of Things*;
- *Cyber-security*;
- *Microelectronics*;
- *Batteries*;
- *High Performing Computing*.

Il Forum ha presentato il rapporto finale a giugno 2019 [30].

4.1 Funzionamento

Laddove le iniziative private di innovazione non si concretizzano a causa dei rischi significativi che tali progetti comportano, la comunicazione dell'IPCEI sugli aiuti di Stato consente agli Stati membri di colmare congiuntamente il divario per superare questi fallimenti del mercato, garantendo allo stesso tempo che l'economia dell'UE tragga vantaggio e limitando le potenziali distorsioni alla concorrenza.

Di fatto, la procedura IPCEI si attiva se si verificano le seguenti condizioni:

- interesse industriale nel settore identificato come strategico;
- interesse degli Stati Membri a sovvenzionare il *funding gap*;
- interesse della Commissione Europea rispetto agli obiettivi di *policy*.

Un “progetto” IPCEI è un insieme di progetti di “ricerca, sviluppo e innovazione” (R&D&I) presentati da più imprese lungo la filiera, che congiuntamente contribuiscono all’interesse comune europeo.

L’IPCEI ha come attori: gli Stati Membri che promuovono un IPCEI nei settori evidenziati come strategici dal *Forum* e si impegnano con proprie risorse; la Commissione Europea che deve dare il via libera agli aiuti di Stato; la Banca Europea per gli Investimenti (EIB) che interviene come istituzione finanziaria; i soggetti industriali che presentano il progetto sotto la regia dello Stato Membro.

La Commissione identifica i seguenti **elementi positivi di valutazione**:

- il progetto è concepito in modo da consentire a tutti gli Stati Membri interessati di partecipare, tenendo conto del tipo di progetto, dell’obiettivo perseguito e delle sue esigenze di finanziamento;
- la selezione coinvolge la Commissione Europea o qualsiasi altro organo giuridico al quale la Commissione ha delegato il suo potere, come la EIB, a condizione che tale organo agisca a tale scopo come struttura di attuazione;
- la struttura di *governance* coinvolge la Commissione Europea e i diversi Stati Membri;
- il progetto prevede importanti interazioni collaborative in termini di numero di partner, coinvolgimento di organizzazioni di settori diversi o coinvolgimento di imprese di dimensioni diverse.

Sono ammissibili come IPCEI i seguenti progetti:

- progetti di ricerca e sviluppo di grande innovazione o che costituiscono un importante valore aggiunto in termini di R&D alla luce dello stato dell’arte nel settore interessato;
- progetti finalizzati allo sviluppo di un nuovo prodotto o servizio con un alto contenuto di ricerca e innovazione;
- progetti ambientali, energetici o di trasporto di grande importanza per l’ambiente, l’energia, compresa la sicurezza dell’approvvigionamento energetico, o la strategia dei trasporti dell’Unione.

L’importanza dell’IPCEI per il finanziamento di progetti innovativi è dovuta al fatto che gli **Stati Membri possono finanziare fino al 100%** del *funding gap* dei progetti innovativi nelle *value chain* strategiche. Le sovvenzioni coprono tutte le attività fino al *first industrial deployment* (linea pilota industriale).

Da questo punto di vista il progetto è finanziato dagli Stati Membri attraverso sovvenzioni (*grants*) e dalle parti industriali interessate con capitale proprio o di debito per la quota non finanziata dallo Stato Membro.

Non esistono fondi UE di tipo *grants* per gli IPCEI. La UE può intervenire con i propri strumenti finanziari (ad esempio con la EIB) per fornire il capitale di debito.

4.2 IPCEI sulle batterie

In questo ambito, sono attivi due IPCEI avallati dalla Commissione Europea.

Il primo IPCEI, a supporto di ricerca e innovazione nel settore delle batterie, è stato approvato dalla Commissione Europea a dicembre 2019 (European Commission, 2019) [31] e nel 2020 è entrato nella fase di start-up. I sette Stati Membri coinvolti (Belgio, Finlandia, Francia, Germania, Italia, Polonia e Svezia) stanzeranno nei prossimi anni circa 3,2 miliardi di euro di sovvenzioni. Questi finanziamenti dovrebbero sbloccare ulteriori 5 miliardi di euro da investimenti privati. Il progetto, il cui completamento è previsto per il 2031 (con tempistiche diverse per ciascun sotto progetto), riunisce i principali operatori del settore che operano a vari livelli della catena del valore delle batterie. L’obiettivo comune è lo sviluppo di batterie agli ioni di litio altamente innovative e sostenibili, incrementandone la durata, abbreviando i tempi di ricarica e migliorando aspetti di sicurezza e di compatibilità ambientale rispetto a quelle attualmente disponibili. L’obiettivo è declinato su quattro aree d’intervento: sviluppo di processi sostenibili di estrazione e lavorazione di materie prime di elevata purezza, produzione di celle e moduli con elevati standard di sicurezza e prestazioni, sviluppo di sistemi innovativi di gestione e diagnostica, sviluppo di processi sicuri di raccolta, smantellamento, riuso, riciclaggio e raffinazione.

Sono coinvolti 17 partecipanti tra imprese ed enti di ricerca, come beneficiari diretti dei fondi stanziati. È prevista la collaborazione di circa altri 70 partner tra piccole e medie imprese e organizzazioni di ricerca (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** 4.1).



Figura 4.1 – IPCEI sulle batterie N.1: Elenco dei 17 partecipanti (European Commission, 2019).

Un secondo IPCEI sulle batterie ha superato la valutazione ed è stato approvato nel gennaio 2021 [32]. Il progetto, denominato “European Battery Innovation”, è stato promosso e notificato congiuntamente da Austria, Belgio, Croazia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Italia, Polonia, Slovacchia, Spagna e Svezia.

I dodici Stati Membri forniranno finanziamenti fino a 2,9 miliardi di euro nei prossimi anni. Il finanziamento pubblico dovrebbe sbloccare ulteriori nove miliardi di euro in investimenti privati, ovvero più del triplo del sostegno pubblico. Il progetto completa il primo IPCEI nella catena del valore delle batterie che la Commissione ha approvato nel dicembre 2019.

Il progetto coprirà l’intera catena del valore delle batterie dall'estrazione di materie prime, progettazione e produzione di celle e pacchi batteria, e infine il riciclaggio e lo smaltimento in un’economia circolare, con una forte attenzione alla sostenibilità. Si prevede che contribuirà allo sviluppo di tutta una serie di nuove scoperte tecnologiche, tra cui diverse chimiche delle celle e nuovi processi di produzione, e altre innovazioni nella catena del valore delle batterie, oltre a ciò che sarà ottenuto grazie al primo IPCEI.

La EC ha valutato il progetto proposto in base alle norme sugli Aiuti di Stato, più specificamente in base a quanto stabilito nella comunicazione sugli IPCEI (COM/2017/0479 final).

Il numero di partner coinvolti è più consistente del primo IPCEI. Il progetto coinvolgerà 42 partecipanti diretti, comprese piccole e medie imprese (PMI) e start-up con attività in uno o più Stati membri. I partecipanti diretti collaboreranno strettamente tra loro attraverso quasi 300 collaborazioni previste e con oltre 150 partner esterni, come università, organizzazioni di ricerca e PMI in tutta Europa. Il progetto complessivo dovrebbe essere completato entro il 2028 (con tempistiche differenti per ogni sotto progetto).

I partecipanti industriali diretti, gli Stati membri che li sostengono e le diverse aree di progetto sono raffigurati in figura 4.2.

Per l’Italia partecipano 12 imprese come partecipanti diretti e 2 centri di ricerca, Fondazione Bruno Kessler ed ENEA come partner indiretti.

Di fatto, la normativa non prevede restrizioni al numero di progetti IPCEI presentati per settore o *value chain*. Tuttavia, è evidente che eventuali progetti successivi devono presentare elementi di novità o innovatività. Nello specifico, per le batterie si può dire che il primo IPCEI copre una parte della *value chain* (produzione di celle Li-Ion di nuova generazione) e il secondo si posiziona in altri segmenti della filiera, in maniera

complementare, e del resto coinvolge altri Stati Membri. Su queste basi la Commissione ha ammesso più di un IPCEI.

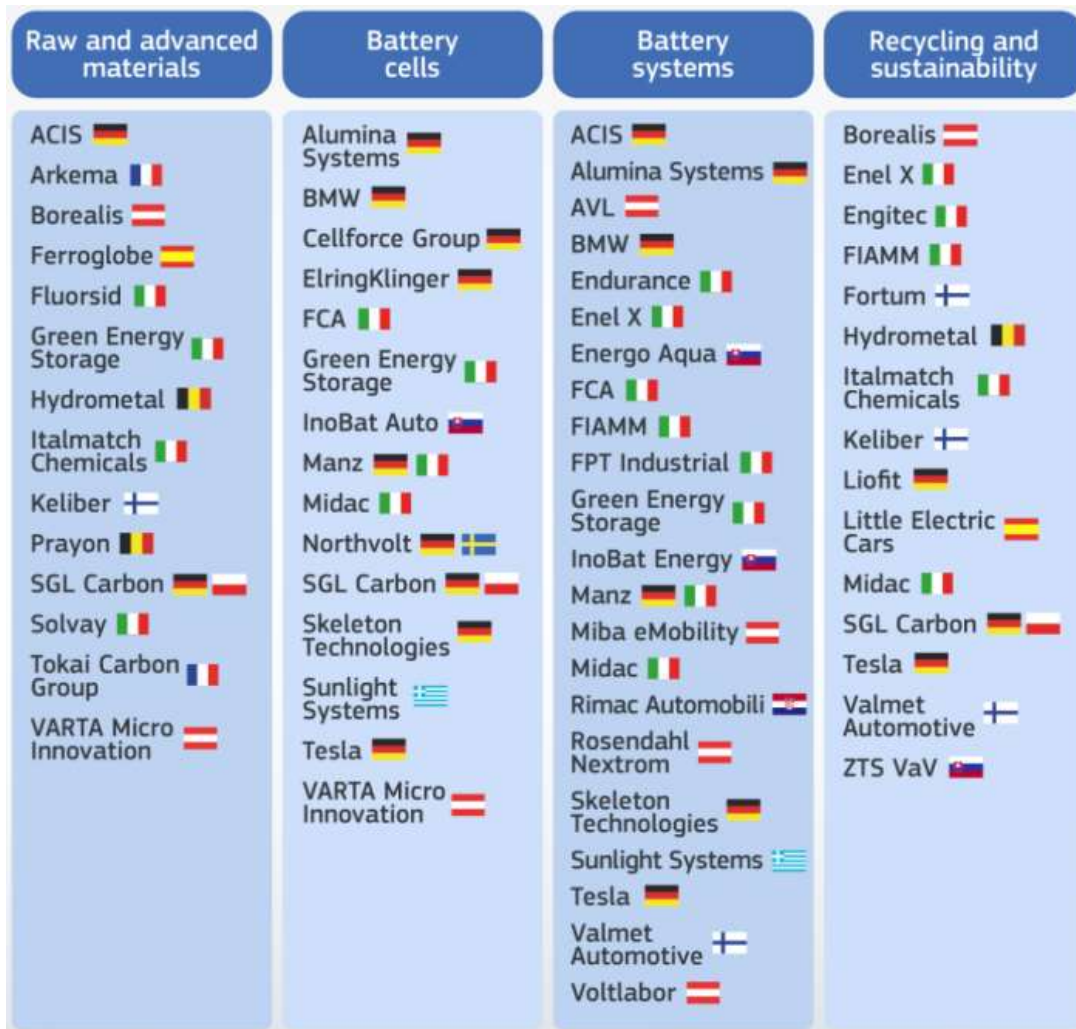


Figura 4.2 – IPCEI sulle batterie N.2: Elenco dei 42 partecipanti.

5 SET Plan

Nel quadro del SET Plan la Commissione Europea intende favorire l’allineamento degli investimenti in R&I degli Stati Membri in relazione al quinto pilastro della Energy Union, ricerca e innovazione (gli altri pilastri sono: sicurezza, mercato interno, efficienza, decarbonizzazione) e stimolare progetti di interesse comune. Al fine di rendere più concrete e misurabili queste azioni di coordinamento, sono state individuate dieci aree di azione (Actions) nelle quali avviare iniziative nazionali coordinate.

Per ognuna di queste aree i rappresentanti dei governi nazionali interessati hanno sottoscritto una “dichiarazione di intenti” che stabilisce obiettivi concreti di sviluppo tecnologico e metodologico su cui concentrare gli sforzi di ricerca e innovazione nazionali in modo coordinato (attraverso iniziative congiunte tra i Paesi). Questi obiettivi sono stati consolidati per ciascuna area d’interesse con la redazione di un documento di implementazione, il “SET Plan Implementation Plan” (SET Plan IP).

Per quanto riguarda il settore delle batterie e della mobilità elettrica (Action 7), la dichiarazione d’intenti [33] è stata approvata in data 12/07/2016 dagli Stati Membri e dai paesi Associati dello Spazio Economico Europeo partecipanti (Islanda, Norvegia, Turchia e Svizzera), nonché dagli stakeholders industriali direttamente

coinvolti nell'implementazione delle azioni contenute nella comunicazione del SET Plan [34]. Il documento *SET Plan IP Action 7* è stato redatto dall'appositamente costituito *Temporary Working Group n.7 (TWG7)* e pubblicato il 29/11/2017 (*Temporary Working Group 7, 2017*) [35].

Il SET Plan IP è entrato nella fase attuativa e il TWG7 è stato reso permanente a partire dal 12/06/2018, come *Implementation Working Group n.7 (IWG7)*, con il compito di attuare, o letteralmente "implementare" (IP), le azioni da esso richieste, individuando chi fa cosa, quando e con quali mezzi.

A tale scopo, sono stati istituiti 6 Sottogruppi ("*Advanced Materials*", "*Manufacturing*", "*Application and Integration*", "*Fast Charging*", "*Second Use*", "*Recycling*") che, tramite *workshop* e teleconferenze, hanno realizzato un censimento iniziale delle attività in corso o pianificate nel rispettivo settore di competenza ed elaborato dei programmi di lavoro, cercando di coinvolgere sempre più nuovi *stakeholder* di rilevante caratura.

Con la nascita della piattaforma *ETIP Batteries Europe*, il cui lancio ufficiale è avvenuto il 30/01/2019, l'IWG7 è integralmente confluito in essa: *Batteries Europe* è, quindi, divenuta la sede in cui proseguire le attività avviate nell'IWG7.

Nella nuova piattaforma, il coinvolgimento degli Stati Membri è stato rafforzato attraverso l'istituzione del "*National & Regional Coordinators Group*" cui partecipano Rappresentanti degli Stati Membri e Associati dell'UE per assicurare un mutuo flusso d'informazione tra i Paesi e l'avvio di azioni comuni.

Gli esperti partecipanti ai Sottogruppi dell'IWG proseguono le rispettive attività presso i diversi Gruppi di Lavoro tematici di *ETIP Batteries Europe*.

5.1 Gruppo di lavoro informale italiano

Il gruppo è stato istituito a fine 2016 su iniziativa dei referenti nazionali per il settore batterie in ambito SET Plan (*Action 7*), nominati dai Rappresentanti Nazionali al SET Plan, Prof. Riccardo Basosi e Ing. Marcello Capra, in rappresentanza di MIUR e MiSE rispettivamente. I Rappresentanti Nazionali al SET Plan hanno dato impulso ai referenti di settore per costituire un gruppo nazionale.

Il gruppo si pone come piattaforma informativa per trasferire da e verso gli *stakeholder* italiani – industria e ricerca – informazioni e input sulle novità in discussione a livello europeo, con un focus su ricerca industriale e/o caratterizzata da TRL medio-alti.

Attualmente il gruppo conta 28 imprese e 22 organizzazioni di ricerca, insieme a società di consulenza e associazioni, come rappresentato in Figura 5.1 (per ENEA e CNR è stato conteggiato il numero dei principali Laboratori e Istituti aderenti all'iniziativa).



Figura 5.1 – Composizione del gruppo nazionale informale sulle batterie.

Il gruppo si riunisce periodicamente, di solito in concomitanza con le riunioni e gli eventi organizzati dalla Commissione Europea nell'ambito delle varie iniziative poste in atto per favorire l'acquisizione di capacità produttiva di batterie a livello europeo (*SET Plan Action 7, European Battery Alliance, ETIP Batteries Europe*), oppure quando emergano input rilevanti da e verso gli *stakeholder* nazionali.

Nel corso del 2020, le attività in presenza sono state sospese in conseguenza del lock-down imposto dagli organi governativi come misura di contenimento della pandemia da COVID-19. Il gruppo ha lavorato prevalentemente off-line, continuando la sua opera consultiva e informativa verso gli *stakeholder* nazionali, soprattutto aggiornandoli sugli eventi virtuali tenuti nell'ambito della *European Battery Alliance*:

- “*The Nordic Battery Scene*” (21/09/2020), *webinar* organizzato da *Innovation Norway, Eyde Cluster, Confederation of Norwegian Enterprise, Hydro, Sintef e Northvolt*. Sono state illustrate iniziative relative alla transizione del settore dei trasporti nei Paesi Nordici, in particolare Svezia e Norvegia. Sono state anche discusse sfide e iniziative per facilitare tale transizione assicurando una rete robusta e stabile;
- “*Sustainable Battery Production*” (22/09/2020), *webinar* organizzato da TÜV SÜD, con focus su importanza, opportunità e sfide per creare un processo sostenibile di fabbricazione delle celle di batterie, con impatto su tutta la catena del valore;
- “*Ultracapacitors & the Energy transition: unlocking new possibilities through innovation*” (30/09/2020), *webinar* organizzato da *EIT InnoEnergy & Energy-Storage*, focalizzato sull'impiego di supercondensatori insieme a batterie e altri sistemi d'accumulo dell'energia in diverse applicazioni: *automotive*, trasporti in generale, produzione e distribuzione dell'energia, industria;
- “*Raw materials for Batteries: Europe's new battery regulation and implications for the European battery value chain*” (15/12/2020), *webinar* incentrato sull'accesso a materie prime sostenibili per le batterie, tema fondamentale per una catena del valore resiliente.

Tra le iniziative di coinvolgimento degli *stakeholder* nazionali si annovera la diffusione (con relativo invito alla partecipazione) del sondaggio “*future battery skills needs*”, promosso dall'Istituto *Fraunhofer* nell'ambito della *Task Force “Education and Skills”* della piattaforma *Batteries Europe* volto a raccogliere input sugli *skill* necessari per lo sviluppo di una catena del valore europea.

Inoltre, si è provveduto a informare tempestivamente gli *stakeholder* italiani circa:

- la pubblicazione del secondo bando dell'*Innovation Fund*, destinato ai progetti “*small-scale*” [36] di costo inferiore ai 7,5 M€, le cui risorse derivano dal sistema di scambio delle quote di emissioni dell'UE (EU ETS). Il Fondo è uno dei più importanti programmi di finanziamento per la dimostrazione di tecnologie innovative a basse emissioni di carbonio. Si concentra in particolare su tecnologie e processi innovativi a basse emissioni di carbonio nelle industrie ad alta intensità energetica, CCS e CCU, produzione innovativa di energia rinnovabile, accumulo di energia;
- la pubblicazione della “*Strategic Research Agenda*” della piattaforma *Batteries Europe* riferimento importantissimo per la pianificazione delle attività di R&I.

Infine, nella medesima annualità hanno avuto inizio i lavori per la preparazione di uno strumento di mappatura delle competenze nazionali nel settore delle batterie. Lo strumento consiste in un questionario di rilevazione da somministrare agli *stakeholder* nazionali (aziende, università, enti di ricerca pubblici e privati) del settore batterie: oltre ai dati generali dell'Organizzazione (anagrafica, composizione dello staff, impianti e apparati, nonché *exploitation* di progetti, brevetti, pubblicazioni, collaborazioni), il questionario va a sondare le varie aree di attività/competenza (ricerca e sviluppo, modellistica, progettazione, fabbricazione, test) in tutta la catena del valore (materiali, costruzione, uso, riuso, *2nd life* e riciclo) e per tutte le tecnologie di batterie (dal piombo alle litio-ione e post litio-ione, senza trascurare le batterie a flusso, i super condensatori e i sistemi di accumulo ibridi batterie più super condensatori). Un gruppo ristretto di personale di ENEA e RSE ha ideato la prima bozza che, successivamente, è stata inviata per validazione a un gruppo

mirato di *stakeholder* (FAAM, Manz Italy, ANIE): diverse interazioni hanno permesso di giungere a una versione avanzata del questionario, che ora attende di essere trasferita su idoneo mezzo informatico per essere fruibile dagli *stakeholder*.

5.2 Italian Battery Alliance

Il 03/07/2020 il Ministero dello Sviluppo Economico ha annunciato la nascita della *Italian Battery Alliance* [37], l'alleanza nazionale aperta alla partecipazione di imprese, associazioni, centri di ricerca, università, agenzie di finanziamento di ricerca e innovazione, per lo sviluppo di batterie avanzate e di nuova generazione.

Si tratta di una piattaforma tecnologica nazionale, promossa dal Ministero dello Sviluppo Economico nell'ambito delle strategie per la transizione energetica, la decarbonizzazione del settore dei trasporti, lo sfruttamento efficiente delle fonti rinnovabili e il rafforzamento della competitività industriale.

In particolare, l'*Italian Battery Alliance* dovrà individuare le potenzialità di rafforzamento della *value chain*, definire le priorità nazionali di R&I, favorendo l'allineamento dei programmi e/o iniziative di finanziamento pubblico, promuovere lo sviluppo tecnologico e l'iniziativa industriale.

La piattaforma italiana si inserisce nel contesto europeo. L'obiettivo è anche quello di creare le condizioni di sistema per una partecipazione più ampia ai futuri programmi internazionali e comunitari.

L'*Italian Battery Alliance* sarà coordinata da ENEA, già coordinatore del gruppo di lavoro nazionale informale sulle batterie di cui al paragrafo precedente.

6 ETIP Batteries Europe (ETIP-BE)

Le "*European Technologies and Innovation Platforms*" (ETIP) sono iniziative di raccordo industria-ricerca a trazione industriale, promosse dalla Commissione Europea con l'obiettivo di definire priorità di ricerca e innovazione condivise per supportare gli impegni e le ambizioni europee per la transizione del sistema energetico.

La ETIP-SNET [38] è dedicata alle reti energetiche. Questa iniziativa è punto di riferimento per gli *stakeholder* del sistema energetico, superando l'approccio settoriale per tecnologie precedentemente adottato e radunando sotto una visione complessiva le reti elettriche, l'accumulo energetico e le altre reti di energia e le loro interrelazioni, senza trascurare l'essenziale contributo delle reti di informazione. La piattaforma ha l'obiettivo di preparare e aggiornare le agende strategiche di ricerca e sviluppo per i sistemi energetici intelligenti e di fornire informazioni al SET Plan.

La ETIP *Batteries Europe* [39] è la piattaforma di riferimento per gli *stakeholder* che si occupano di tecnologie di accumulo elettrochimico. Questa ETIP, dedicata alla definizione delle esigenze di ricerca e innovazione mirate allo sviluppo tecnologico delle batterie, è complementare al WG2 della ETIP-SNET, maggiormente rivolto alle interazioni di tali dispositivi con le reti energetiche.

Batteries Europe (ETIP BE) è stata lanciata, nel giugno 2019, come piattaforma aperta che coinvolge esperti industriali e accademici di alto livello. La ETIP BE mira ad accelerare la creazione di un'industria europea delle batterie competitiva a livello globale, guidando l'attuazione delle azioni di ricerca e innovazione relative alle batterie del piano strategico per le tecnologie energetiche (SET) e dell'agenda strategica per la ricerca e l'innovazione sui trasporti. La piattaforma ha il compito di creare l'Agenda strategica europea per la ricerca (SRA) insieme alle corrispondenti roadmap di ricerca che coprono tutte i segmenti della catena del valore delle batterie, oltre a facilitare un forum unico per affrontare temi trasversali come l'istruzione e le competenze, la sostenibilità, la sicurezza e ruolo della digitalizzazione nella tecnologia delle batterie. Inoltre, Batteries Europe ospita un gruppo di coordinamento nazionale e regionale (NRCCG) che fornisce un forum di comunicazione e cooperazione tra Stati membri e paesi associati, che riduce la duplicazione degli sforzi di ricerca e produce effetti sinergici.

6.1 Governance

Per avere un'ampia rappresentanza degli stakeholder e offrire un funzionamento agile ed efficiente, la piattaforma europea per la tecnologia e l'innovazione (ETIP) sulla piattaforma Batteries Europe è organizzata come in figura.

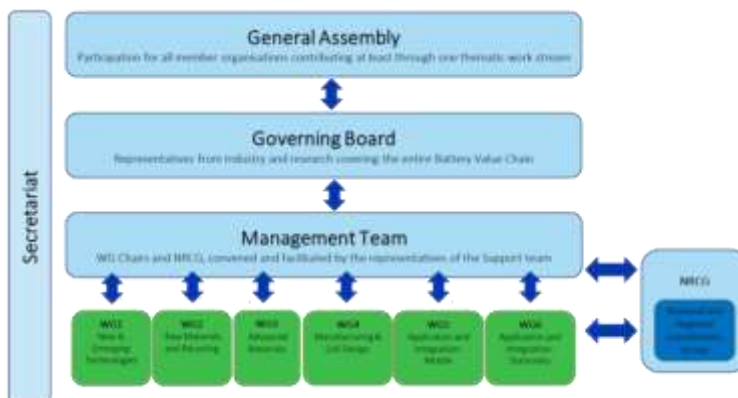


Figura 6.1 – ETIP Batteries Europe: struttura organizzativa.

L'Assemblea Generale si riunisce una volta all'anno ed è responsabile della definizione degli orientamenti strategici consentendo una visione condivisa di tutti gli stakeholder della catena del valore come l'industria, il mondo accademico, i rappresentanti degli Stati membri dell'UE, i responsabili politici e le associazioni europee coinvolte nella ricerca e innovazione sulle batterie. L'assemblea adotta i documenti di Batteries Europe, compresa l'agenda strategica di ricerca e le tabelle di marcia, e vota a favore della composizione del governing board.

Il governing board è l'organo decisionale di Batteries Europe responsabile della visione, della missione e degli obiettivi di pianificazione strategica. Esamina e approva tutti i documenti, comprese le roadmap di ricerca e innovazione preparate dal management team.

Il governing board è composto da nove membri, di cui un presidente e due vicepresidenti, ed è stato eletto all'Assemblea generale del 23 ottobre 2019, a Bruxelles e confermato per il 2021 nell'assemblea del 29 ottobre 2020 (evento on line).

Il comitato di gestione comprende i presidenti dei 6 gruppi di lavoro tematici (WG) e del gruppo dei coordinatori nazionali e regionali (NRCG), supportati dalla segreteria della ETIP. Il team è responsabile del coordinamento quotidiano del gruppo di lavoro su questioni trasversali, dell'organizzazione delle riunioni del gruppo di lavoro e dello scambio di informazioni operative.

Il gruppo dei coordinatori nazionali e regionali (NRCG) è composto dai rappresentanti degli Stati membri e dei paesi associati per garantire il flusso reciproco di informazioni tra paesi o rappresentanti regionali e per facilitare le azioni comuni degli Stati membri. Un rappresentante dell'NRCG partecipa alle riunioni del governing board, in qualità di osservatore.

I gruppi di lavoro tematici sono composti da esperti che rappresentano l'industria delle batterie, la ricerca e le associazioni. Dalle discussioni scientifiche all'interno dei gruppi vengono redatti i documenti, comprese le roadmap e l'agenda strategica di ricerca di cui i WG sono responsabili. Ciascuno dei sei gruppi di lavoro tematici è guidato da un presidente e due copresidenti.

Nel 2020 ai gruppi di lavoro tematici si sono aggiunte 5 task force (TF) su temi ritenuti trasversali ai diversi WG e composte da rappresentanti dei WG insieme ad esperti esterni. Le TF hanno lavorato per produrre dei position paper attualmente sotto revisione della EC. I temi delle TF sono: *Safety, Sustainability, Skills & Education, Second Life* e *Digitalization*.

Il segretariato è l'organo preposto a facilitare e assistere le parti interessate in tutte le attività di Batteries Europe e comunicare i risultati tra i responsabili politici in modo semplice e comprensibile. EIT InnoEnergy assicura il supporto di segreteria, insieme a EERA (European Energy Research Alliance), EASE (European Association for Storage of Energy) e il supporto di consulenza di Zabala e Clerens. La consulenza tecnica scientifica è gestita da EERA grazie alla collaborazione con esperti di Sintef ed ENEA.

6.2 Documenti programmatici pubblicati nel 2020

Nel corso del 2020 la ETIP BE ha conosciuto una intensa attività di produzione documenti programmatici. In primavera, su richiesta della EC, è stato prodotto un documento dettagliato, per uso interno della commissione, contenente i suggerimenti dei circa 600 esperti coinvolti nei diversi WG per contribuire alla scelta dei prossimi argomenti da finanziare con le prime call HEU. Nel corso dell'estate, poi, i WG hanno collaborato per produrre la Strategic Research Agenda, pubblicata ufficialmente a fine 2020. Nello stesso periodo le TF hanno prodotto dei Position Paper sugli argomenti trasversali di loro competenza, ancora in fase di revisione. Nel corso del 2021 sono invece in fase di redazione le roadmap relative ad ogni working group.

6.2.1 LO SVILUPPO DEL DOCUMENTO SU ARGOMENTI R&I

Batteries Europe ha definito le priorità di ricerca e innovazione a breve termine per l'intera catena del valore delle batterie. Il documento fornisce una panoramica sintetica degli argomenti chiave ed è il risultato di un lungo e completo processo di consultazione delle parti interessate lungo l'intera catena del valore al fine di definire una guida strategica di R&I a breve termine per i responsabili politici e le autorità di finanziamento. I contributi di questo documento provengono dai gruppi di lavoro tematici di Batteries Europe, composti da esperti che rappresentano l'ecosistema delle batterie dall'industria, dalla ricerca e dalle associazioni e che forniscono visione e guida per lo sviluppo della roadmap integrata di ricerca e innovazione. Gli esperti sono suddivisi in sei gruppi di lavoro (WG) e rappresentano parti strategicamente importanti della catena del valore delle batterie:

- WG1 - Tecnologie nuove ed emergenti
- WG2 - Materie prime e riciclaggio
- WG3 - Materiali avanzati
- WG4 - Progettazione e produzione di celle
- WG5 - Applicazione e integrazione: mobile
- WG6 - Applicazione e integrazione: stazionario

In un processo dal basso verso l'alto, a ciascuno dei gruppi di lavoro tematici è stato richiesto nel novembre 2019 di iniziare a preparare descrizioni di argomenti di ricerca e innovazione che consideravano della massima importanza. Ogni gruppo ha fornito tra 3 e 6 temi di ricerca principali, che tengono in considerazione la sfida specifica, l'ambito, l'impatto previsto e i KPI. Alcuni gruppi di lavoro hanno proposto anche una serie di argomenti aggiuntivi, che hanno ritenuto importanti anche se non classificati come argomenti di prima priorità.

Il documento rappresenta gli input cumulativi di 557 esperti di tecnologia delle batterie che lavorano in Europa. Sono stati dettagliati un totale di 30 argomenti di ricerca e innovazione che abbracciano la catena del valore delle batterie. Tutte queste materie sono considerate prioritarie ed essenziali per sviluppare la base di conoscenza competitiva, la proprietà intellettuale e la forza lavoro istruita di cui l'Europa ha bisogno per avere successo e prosperare in questo mercato in rapido sviluppo ed espansione.

Il documento ha fornito una base per le discussioni sul prossimo programma di ricerca di Horizon Europe, in collaborazione con l'industria. A causa di limitazioni di bilancio, non tutti gli argomenti saranno necessariamente trattati nel contesto dei work programme che coprono specificamente la tecnologia delle batterie. Se gli argomenti non sono trattati nelle call di HEU specifici per le batterie, verranno proposti ad

altri meccanismi di finanziamento come i programmi nazionali e bilaterali. Alcuni argomenti possono essere applicabili ad altri settori dei meccanismi di finanziamento di HEU, come il Consiglio europeo della ricerca o il Consiglio europeo per l'innovazione. Ci sono anche molte possibilità per attuare progetti di ricerca e innovazione attraverso il Fondo europeo di sviluppo regionale, così come nuovi strumenti di finanziamento da creare nell'ambito del piano di ripresa: " Repair and prepare for the next generation [40].

Ultimo ma non meno importante, un considerevole finanziamento di R&I sulla ricerca sulle batterie sarà incanalato attraverso i cosiddetti progetti importanti di comune interesse europeo (IPCEI).

Di seguito una breve sintesi dei principali temi inseriti nel documento integrale di R&I, che si può raggruppare in sette macroaree.

DALL'APPROVVIGIONAMENTO SOSTENIBILE, ALLA GARANZIA DELL'APPROVVIGIONAMENTO DI MATERIE PRIME. (WG2)

L'Europa si trova ad affrontare una sfida crescente per garantire un accesso sicuro ed efficiente in termini di costi alle materie prime essenziali / critiche per le batterie.

Attualmente il livello di estrazione e lavorazione delle materie prime per batterie in Europa è marginale. Per il litio, esistono progetti di miniere in Europa, con una capacità collettiva attualmente pianificata corrispondente a circa il 10% della domanda globale stimata entro il 2027. Già oggi l'UE è un attore riconosciuto nel settore della raffinazione del litio (in particolare la Finlandia). Per il cobalto e il nichel, la produzione mineraria europea dovrebbe essere di 1900 tonnellate di cobalto per batterie e 56 000 tonnellate di nichel nei prossimi anni. L'Europa è un grande produttore di silicio primario e produce anche grafite sia naturale che sintetica, ma non nelle grandi quantità necessarie.

L'accesso ai depositi europei non sfruttati e il miglioramento delle rese e della purezza del prodotto recuperato, la riduzione del numero di fasi di lavorazione e il volume dei residui sono tutti sviluppi necessari che richiederanno sforzi di ricerca per essere raggiunti. Ciò deve essere accompagnato da riduzioni significative del consumo di energia e dell'impronta di CO₂ della lavorazione delle materie prime per ottenere una produzione e una lavorazione sostenibili del materiale delle batterie in Europa.

Per rispondere a queste sfide, Batteries Europe ha identificato la lavorazione sostenibile delle materie prime per batterie come una priorità. L'obiettivo è sviluppare tecnologie di estrazione e lavorazione delle materie prime per batterie. In particolare (ma non solo), i materiali mirati sono litio, nichel, cobalto e grafite. Poiché in Europa esistono già molti processi per le materie prime per batterie, vi è una crescente domanda di soluzioni di elaborazione ottimizzate e integrate per fornire materie prime sostenibili ai produttori di batterie europei.

Litio: la R&I dovrebbe essere perseguita in termini di mineralogia dei depositi di litio per prevedere come la miscela minerale potrebbe essere meglio compresa e processata. Oltre al recupero del prodotto secondario, sono necessari metodi di lavorazione attenti all'acqua e all'energia, riducendo al minimo i residui e la produzione di matrice di scarto (ganga). La disponibilità di fonti di energia rinnovabile vicino alle unità di trattamento del litio e / o alle miniere che possono essere prontamente utilizzate è essenziale. La lavorazione del litio dovrebbe avere la priorità poiché l'Europa dispone di alcune risorse proprie, che non sono ancora utilizzate.

Nichel e cobalto: il nichel e il cobalto devono essere recuperati dai flussi di materiali di bassa qualità, che sono attualmente antieconomici e impegnativi da trattare. Lo sviluppo di nuove tecnologie per questi flussi di materiali impegnativi amplierà in modo significativo la risorsa di metalli in Europa. La purezza del prodotto verrà aumentata per soddisfare le esigenze delle applicazioni della batteria.

Grafite: data la limitata disponibilità di grafite naturale nell'area, la grafite sintetica offre la migliore alternativa per una produzione europea sostenibile, se le sfide chiave vengono superate.

In primo luogo, il flusso di processo esistente basato sul coke di petrolio deve essere migliorato per migliorare i rendimenti e le prestazioni dei materiali di qualità delle batterie, riducendo al contempo l'intensità

energetica (e tali emissioni specifiche di CO₂) e gli scarichi di inquinanti ambientali. In secondo luogo, dovrebbero essere sviluppati l'uso di materiale anodico riciclato, le opzioni di carbonio disponibili nell'UE (ad esempio le qualità di grafite naturale disponibili nell'UE) e i sottoprodotti della produzione di materiale anodico come materie prime per la grafite sintetica. Come opzione a più lungo termine, dovrebbero essere sviluppate alternative al coke di petrolio come il biocarburante per garantire un approvvigionamento sostenibile a lungo termine.

ESPLORARE IL POTENZIALE DEI MATERIALI AVANZATI PER AUMENTARE LE PRESTAZIONI DI STOCCAGGIO DELL'ENERGIA NELLE APPLICAZIONI DI MOBILITÀ E STAZIONARIE (WG3)

La decarbonizzazione è uno dei compiti cruciali per la società odierna al fine di ridurre le emissioni di gas a effetto serra (GHG) e quindi l'impatto negativo sul nostro clima. I trasporti in tutta Europa rappresentano quasi il 25% delle emissioni totali di CO₂ europee. Per ridurre i gas serra per i trasporti, è necessario aumentare la quota di mercato dei veicoli elettrici (EV). Le batterie agli ioni di litio (LIB) sono la tecnologia chiave per l'elettromobilità e l'attuazione di una catena del valore delle batterie competitiva in Europa è una questione urgente.

Per ottenere un'elevata diffusione sul mercato dei veicoli elettrici, in particolare dei veicoli elettrificati a batteria (BEV), una maggiore autonomia di guida, una maggiore durata in cicli e tempi di ricarica ridotti sono di grande importanza, insieme a sviluppi che si tradurranno in riduzioni dei costi migliorando la sostenibilità per il pacco batteria e quindi per le celle e i materiali, rispettivamente. Per fare ciò, l'Europa dovrà investire e condurre ricerche su batterie agli ioni di litio avanzate per applicazioni di mobilità come la generazione 3b, sia ad alta tensione che ad alta capacità, e batterie al litio a stato solido con materiali convenzionali ma anche a base di Li-metallo. Un miglioramento così drastico delle prestazioni deve essere ottenuto attraverso lo sviluppo di materiali avanzati che coprono catodo, anodo, leganti, separatori, elettroliti, collettori di corrente e materiali di imballaggio da consentire nuove batterie agli ioni di litio, con particolare attenzione alla generazione 3b ad alta capacità.

L'implementazione di veicoli elettrici è oggi una realtà con sempre più PHEV ed EV sul mercato. Questo è il risultato del successo dello sviluppo delle batterie agli ioni di litio; tuttavia, i problemi di sicurezza sorgono con l'elettrolita liquido con la tendenza ad aumentare la tensione delle celle e le velocità di ricarica rapida, e ciò richiede la sostituzione di elettroliti infiammabili con elettroliti a stato solido con una migliore e intrinseca stabilità termica ed elettrochimica. La sfida principale è ottenere una ricarica rapida delle batterie allo stato solido, aumentare la densità di potenza senza ridurre la ciclabilità, la densità di energia e una maggiore sicurezza. Ciò implicherà la progettazione di nuovi materiali derivati da prodotti chimici convenzionali adattati al concetto di stato solido.

Considerando la concorrenza globale, la corsa verso una tecnologia migliore implica anche la necessità di una migliore tecnologia delle batterie di trazione come tecnologia abilitante chiave per cui si prevede che le batterie agli ioni di litio migliorate rimarranno la scelta principale per diversi decenni a venire. L'Europa deve ritrovare la sua competitività nei mercati che oggi sono dominati dai paesi extraeuropei. Ciò potrebbe accadere sviluppando una nuova tecnologia delle batterie di proprietà europea come le batterie stato solido con anodo a base di Li metallico. Bisognerà investire nello sviluppo di nuovi materiali e / o prodotti chimici per aumentare le densità energetiche e la sicurezza oltre lo stato dell'arte delle batterie utilizzate nelle applicazioni automobilistiche.

Lo stoccaggio stazionario di energia è diventato una preoccupazione globale crescente negli ultimi decenni in considerazione della maggiore domanda di energia della società moderna e della crescente quota di energie rinnovabili variabili nella produzione di elettricità. L'uso di sistemi di accumulo dell'energia della batteria ha acquisito un interesse crescente per fornire supporto alla rete, riduzione del picco di carico locale e ottimizzazione dello sfruttamento locale delle FER (autoconsumo). Come accennato in precedenza, le batterie agli ioni di litio hanno conquistato il mercato dell'elettronica portatile e attualmente sono il principale candidato per alimentare i veicoli elettrici. Tuttavia, per applicazioni domestiche e di rete, i costi elevati, la scarsità delle materie prime e i vincoli tecnici come l'estrema sensibilità alle alte temperature, il sovraccarico, ecc. sono i principali inconvenienti. Questo apre opportunità per altre soluzioni di accumulo di energia elettrochimica. Dopo una valutazione approfondita delle diverse opzioni tecnologiche, Batteries

Europe ha identificato come argomento strategico lo sviluppo di batterie stazionarie agli ioni di sodio (Na-ion) per applicazioni domestiche. Lo sviluppo della prossima generazione di batterie agli ioni di sodio offre un approccio multidisciplinare / interdisciplinare necessario per considerare le azioni dalla sintesi e caratterizzazione dei materiali (catodo, anodo, elettrolita), verso la loro integrazione in una nuova batteria a ioni di sodio. L'obiettivo è sviluppare una batteria che raggiunga prestazioni più elevate e costi inferiori a livello di prototipo di cella preindustriale rispetto alle attuali batterie commerciali per applicazioni domestiche. Il sistema sviluppato dovrebbe essere esente da manutenzione e rispettoso dell'ambiente.

In Europa è necessario un ulteriore accumulo di energia per garantire la penetrazione su larga scala delle energie rinnovabili. Le batterie redox a flusso (RFB) mostrano il potenziale per la gestione delle energie rinnovabili grazie alla loro scalabilità tra capacità di accumulo e potenza, tempo di risposta breve, buona capacità di ciclo e tempo di scarica lungo. Tuttavia, le RFB attualmente utilizzate sono relativamente costose. La sfida è quindi ridurre i costi e aumentare la sostenibilità combinando diverse innovazioni sfruttando materiali avanzati. Le batterie stazionarie RFB per applicazioni su scala industriale mirano a sviluppare e convalidare nuove batterie basate su nuovi materiali (nuovi design, componenti, coppie redox ed elettroliti) che sono più competitivi in termini di prezzo, sostenibili dal punto di vista ambientale, con maggiore densità di energia / potenza e con maggiore durata.

STABILIRE L'EUROPA COME LEADER NELLA PRODUZIONE DI BATTERIE (WG4)

Uno degli aspetti più cruciali dello sviluppo delle batterie di cui l'Europa ha bisogno per costruire competenze e una base di conoscenze leader a livello mondiale è sui componenti delle batterie e sulla produzione di celle. Tra il 2014 e il 2019 c'è stato un solo bando EU Horizon in cui la produzione di batterie era al centro dell'attenzione. Una produzione sostenibile dal punto di vista ambientale ed economica sarà essenziale per dare all'Europa un vantaggio competitivo. L'argomento R&I suggerito riguarda le tecniche di lavorazione ecosostenibili applicate alla produzione di elettrodi e componenti di cella e propone tecniche di coating degli elettrodi completamente prive di solventi organici come mezzi di dispersione dello slurry. Saranno sviluppate tecniche di coating avanzate (con un contenuto di solidi più elevato) o completamente a secco con l'obiettivo di ridurre i costi di produzione, aumentare le prestazioni della batteria e, in ultima analisi, portare a una maggiore efficienza e una migliore durata del ciclo.

Il mercato delle batterie è altamente competitivo con l'hub di produzione globale attualmente in Asia. Tuttavia, mentre l'Europa si prepara per la produzione locale su larga scala, le attrezzature di produzione rivoluzionarie saranno fondamentali per garantire sostenibilità e competitività. Nello sviluppo di macchinari per la produzione di batterie, aspetti importanti per il successo includono la riduzione al minimo del consumo di energia, l'eliminazione dell'inquinamento dell'aria e dell'acqua e l'integrazione di processi di controllo intelligenti per ridurre al minimo gli scarti, riducendo così i costi e l'impatto ambientale del processo di produzione. Inoltre, tali macchinari devono funzionare a livelli di produttività molto elevati incorporando sistemi intelligenti di controllo della qualità. Per raggiungere questi obiettivi, è necessario compiere sforzi per migliorare i macchinari per la produzione di elettrodi e celle intelligenti ed efficienti sotto il profilo delle risorse. Ulteriori requisiti in questo settore sono la digitalizzazione dello sviluppo e dell'ottimizzazione del design delle celle, inclusi modelli di degrado e test basati sui dati su larga scala. Lo sviluppo, l'analisi e l'implementazione di digital twin lungo le linee di produzione di celle può essere un punto di svolta rispetto al miglioramento della sostenibilità e alla riduzione dei costi in quanto fornisce uno specchio virtuale in cui le modifiche al processo di produzione possono essere testate virtualmente in tempo reale.

La digitalizzazione e le procedure intelligenti di progettazione delle batterie, combinate con l'utilizzo di grandi quantità di dati sperimentali, aiuteranno l'UE a sviluppare una posizione di forza nel mercato mondiale delle batterie agli ioni di litio. A tal fine, è necessaria un'attenzione all'ottimizzazione del processo di progettazione combinata con metodi di digitalizzazione basati sui dati e metodi di intelligenza artificiale.

Al fine di aumentare la competitività nella produzione di batterie, è importante ottimizzare le risorse necessarie per progettare, ottimizzare e produrre celle per le quali è richiesta un'analisi delle linee di produzione. Pertanto, la produzione di batterie deve trarre vantaggio da strumenti di calcolo ad alte prestazioni. I digital twin possono fornire uno specchio virtuale all'intera catena del processo produttivo e alla fabbrica e sono la base dei sistemi cyber-fisici (industria 4.0). I digital twin prevedono l'effetto della

progettazione della catena di processo e dei parametri di processo sull'efficienza della produzione, sui costi e sull'impronta di CO₂, nonché sulla struttura del materiale e sulla qualità delle celle. Sono necessari per la progettazione ottimale della catena di processo e la migliore impostazione dei parametri di processo e possono essere adattati a requisiti specifici nel controllo in tempo reale della produzione, rispondendo a domande what-if e riducendo gli approcci per tentativi ed errori nel processo di produzione. Pertanto, l'uso di digital twin aumenterà la competitività e la sostenibilità e ridurrà i tempi di progettazione, sviluppo e test durante l'ottimizzazione del processo, migliorando così l'efficienza dell'impianto.

Spinta da enormi sforzi sia da parte del settore privato che di quello pubblico, l'Europa sta gradualmente rafforzando la propria catena del valore della produzione di celle rafforzando le proprie capacità di produzione di batterie negli Stati membri. Quando si tratta di approvvigionamento di apparecchiature di processo, tuttavia, i produttori si affidano ancora in larga misura a una catena di approvvigionamento asiatica. Le società europee di ingegneria meccanica e impiantistica offrono apparecchiature di processo innovative, ma spesso ciò non è stato ancora implementato in linee di produzione su larga scala. Per un successo sostenibile, l'integrazione orizzontale della catena di approvvigionamento europea per le apparecchiature di processo delle batterie nella crescente produzione di celle su scala "Giga" è una sfida importante. Pertanto, Batteries Europe ha identificato la necessità di colmare il divario tra società di produzione di celle su scala industriale e società di apparecchiature di processo per batterie, materiali e altri settori industriali che potenzialmente traggono vantaggio dall'accoppiamento del settore con la produzione di celle (ad es. energia di rete o fornitori di materiali).

ABILITARE LA MOBILITÀ (WG5)

I trasporti in generale e il settore automobilistico in particolare domineranno la crescita della domanda di batterie a medio termine, come già avviene oggi. Ciò giocherà un ruolo chiave nel ridurre i costi, grazie a significative economie di scala. Tuttavia, molte sfide sono da affrontare per soddisfare le esigenze tecnologiche del futuro settore dei trasporti europeo.

Batteries Europe considera la progettazione e la produzione di moduli e pacchi batteria una questione indispensabile da affrontare a breve termine. In effetti, i pacchi con design modulare possono essere utilizzati per un'ampia varietà di applicazioni mobili. Anche l'eco-design di moduli e imballaggi, considerando il processo dalla produzione alla manutenzione, riparazione, smantellamento e riciclaggio, sta acquisendo maggiore importanza. L'Europa deve mirare alla sostenibilità ambientale, alla standardizzazione dei moduli, ai progetti per la manutenzione a basso costo e ai processi di produzione automatizzati, supportati da diversi approcci di simulazione, digital twin compreso.

Batteries Europe propone l'argomento riguardante la gestione termica perché è un aspetto importante nella futura accettazione del trasporto elettrificato, in particolare considerando la ricarica rapida. La gestione termica supporta la sicurezza e l'affidabilità del sistema di batterie, che è anche decisivo per l'accettazione e la svolta della mobilità elettrica in generale.

Le celle, i moduli e i pacchi batteria compatti e ad alta densità di energia come quelli utilizzati nelle applicazioni automobilistiche sono complessi e potenzialmente pericolosi se non controllati correttamente. Per affrontare questi problemi, lo sviluppo di una migliore gestione avanzata della batteria è un modo per garantire l'ottimizzazione dell'utilizzo della batteria. Infatti, la gestione della batteria sicura, in tempo reale e basata sui dati garantirà un utilizzo ottimizzato e sicuro durante tutte le modalità di funzionamento. L'argomento proposto da BE mira a sviluppare conoscenze e sistemi di gestione della batteria basati sui dati per ridurre il costo complessivo dei sistemi di batterie, garantire un utilizzo ottimizzato e sicuro durante tutte le modalità di funzionamento e fornire una classificazione accurata per un uso di "second life".

Lo sviluppo e la produzione di moduli e pacchi batteria per applicazioni mobili avvengono sulla base di un know-how sperimentale e di un gran numero di prove. Al fine di ridurre i costi, velocizzare il processo di sviluppo e aumentare l'affidabilità dei moduli e dei pacchi batteria durante lo sviluppo e la produzione, sarà necessario utilizzare un digital twin per la rappresentazione del prodotto fisico reale e la simulazione dei processi di produzione e del design del sistema. Ciò accelererà il processo di sviluppo e aumenterà l'affidabilità dei moduli e dei pacchi batteria durante lo sviluppo e la produzione.

I metodi e gli strumenti esistenti per valutare la sicurezza, le prestazioni, l'affidabilità e la durata della batteria sono solitamente lunghi e costosi (ad esempio, la valutazione della sicurezza della batteria viene eseguita oggi solo tramite test distruttivi / di abuso delle celle campione). Questi metodi sono costosi sia in termini di campioni di test che di infrastruttura di test e non consentono la valutazione del pacco batteria industriale a un rendimento elevato, alla fine della fase di produzione o successivamente durante la durata della batteria. Inoltre, le valutazioni a livello di cella eseguite oggi, di solito non sono sufficientemente dettagliate per anticipare le prestazioni, la sicurezza, la durata e l'affidabilità a livello di pacco batteria. Pertanto, sono necessari nuovi metodi e strumenti per la valutazione della sicurezza, delle prestazioni, dell'affidabilità e della durata delle batterie. La R&I pertinente dovrebbe affrontare la definizione di nuovi metodi e strumenti, sulla base di varie tecniche, come la caratterizzazione, i test virtuali e dal vivo, la simulazione o una combinazione di questi. L'obiettivo principale dovrebbe essere quello di ridurre sostanzialmente i costi (almeno il 20% - 30%) e / o la durata (almeno il 20% -30%) della valutazione della batteria, oltre a migliorarne la qualità.

SOSTEGNO ALL'IMPLEMENTAZIONE DI STOCCAGGIO STAZIONARIO DI ENERGIA E INTEGRAZIONE DELLA MOBILITÀ ELETTRICA (WG6)

Un prerequisito importante per l'espansione dei sistemi di accumulo dell'energia elettrica è la loro sicurezza verificata lungo l'intera catena del valore. Finora non è stato affrontato a sufficienza. Esistono misure di sicurezza ai diversi livelli dal livello del materiale alla cella e anche ai livelli di applicazione per le varie applicazioni di stoccaggio dai dispositivi portatili ai veicoli elettronici. Tuttavia, mancano ancora in gran parte standard per le applicazioni EES stazionarie. Al fine di aumentare l'uso dell'accumulo di energia elettrochimica (EES) in sistemi fissi, ad es. nelle stazioni di accumulo di energia elettrica di grandi dimensioni e ad alta energia, la sicurezza è fondamentale. Conoscere lo stato di sicurezza consentirà di aumentare la sicurezza complessiva nelle applicazioni EES stazionarie e aprirà quindi questi campi per il riutilizzo delle batterie (Second life) su larga scala. L'Europa deve guidare le sfide in materia di sicurezza dei nuovi sistemi di accumulo di energia sia per promuovere impieghi più affidabili sia per impedire l'ingresso nel mercato di soluzioni non conformi.

I sistemi avanzati di accumulo delle batterie giocheranno un ruolo importante nel futuro settore energetico. Consentiranno la diffusione continua di fonti di energia solare ed eolica, sosterranno l'utilizzo dell'industria 4.0 e promuoveranno lo sviluppo di piccoli dispositivi robotizzati dedicati all'industria o alle abitazioni private. Una delle principali sfide con gli attuali sistemi di accumulo delle batterie è che il loro stato di vita (che include stato di salute, stato di funzionamento e aspetti di sicurezza) diminuisce con il tempo e l'uso a causa della degradazione delle celle. Questo stato di vita deve essere stimato tramite il sistema di gestione della batteria (BMS). Nel caso degli Hybrid Energy Storage Systems (HESS), dove più batterie sono combinate per funzionare come un unico Battery Energy Storage System (BESS), la conoscenza dello stato di vita della batteria è cruciale per sfruttare le sinergie. La sfida è stabilire procedure standard per determinare gli indicatori dello stato di vita del sistema. Inoltre, terze parti devono avere accesso a tutte le informazioni necessarie sul sistema della batteria, le condizioni della batteria, le modalità operative e le condizioni di interoperabilità. Ciò può essere ottenuto, ad esempio, tramite BMS avanzati con algoritmi in tempo reale e strumentazione innovativa, nonché soluzioni offline che utilizzano dati storici e beneficiano di elevate capacità di calcolo.

L'interoperabilità e le operazioni multiservizi sono i pilastri chiave in cui i sistemi di accumulo di energia della batteria possono superare le altre tecnologie di accumulo di energia concorrenti. È anche importante per utilizzare la flessibilità dei veicoli elettrici. Allineare l'interoperabilità con gli standard, i modelli di business e le soluzioni tecniche appropriati deve far parte dello sviluppo di BESS, Hybrid Energy Storage Systems (HESS) e EV per ottenere flessibilità multiservizio. L'argomento proposto da BE suggerisce lo sviluppo di una tecnologia per consentire l'utilizzo e la monetizzazione senza interruzioni di BESS e flessibilità EV all'interno di un ambiente adatto sviluppando l'interoperabilità e condivisione dei dati temporali, attraverso l'allineamento degli standard esistenti dai domini delle utility e delle ICT, tra i dispositivi e i sistemi per abilitare servizi innovativi BESS ed EV.

Per facilitare la transizione del continente europeo verso un sistema energetico a emissioni zero entro il 2050, come stabilito nel Green Deal, è fondamentale la disponibilità di uno stoccaggio di energia efficiente in

termini di costi, affidabile e sostenibile. È necessario sviluppare sistemi di accumulo di energia elettrochimici (ESS) adatti allo scopo che facilitino una serie di servizi. Inoltre, non sono le sole batterie a richiedere lo sviluppo, ma i sistemi nel loro insieme con i suoi componenti elettronici, i sistemi di gestione e il software avanzato che è necessario per ottenere una soluzione finale commerciabile. Si evidenzia la necessità di sviluppare e dimostrare soluzioni su larga scala real life per lo stoccaggio di energia a lungo termine (10+ ore), che potrebbero avere un impatto positivo sulla penetrazione di fonti di energia rinnovabile non programmabili e intermittenti (come vento e fotovoltaico). Lo spostamento giornaliero dei picchi è una grande opportunità di business per le aziende europee che potrebbero trovare un divario per competere con altre aree del mondo con tecnologia proprietaria, sia a livello di chimica che di sistema. Il mercato del supporto alla rete, del trasferimento del carico e dell'arbitraggio giustifica bene gli sforzi per supportare i fornitori di soluzioni con sede in Europa.

Nell'ambito degli accumulatori stazionari di energia, dei dispositivi di carico e stoccaggio, nonché dei veicoli elettrici, il concetto di micro-rete DC attira una crescente attenzione grazie al significativo aumento della penetrazione delle fonti rinnovabili DC. La micro-rete DC presenta la possibilità di semplificare l'architettura della rete riducendo le perdite di energia e i costi dovuti alla necessità di un minor numero di convertitori e altri componenti, oltre alla loro semplificazione. La tecnologia DC microgrid offre elevate aspettative nel miglioramento della LCOS come notevole vantaggio, nonché flessibilità e ibridazione nello sviluppo dei sistemi di storage. Attualmente, l'elevato costo iniziale (CAPEX) e la complessità dell'elettronica e della relativa infrastruttura sono stati identificati come un importante fattore proibitivo nell'integrazione di BESS nonostante le numerose funzionalità e vantaggi a lungo termine che possono essere ottenuti. È essenziale che questo argomento sia affrontato per facilitare un maggiore utilizzo delle FER.

Si stima che nel 2025 saranno disponibili 29 GWh di batterie EV usate. Di questi, quasi un terzo può essere utilizzato per la second life come accumulo stazionario (10GWh), portando il totale cumulativo a 26 GWh nel 2025. L'uso di batterie da second life per l'accumulo di energia stazionario può produrre una serie di vantaggi, tra cui la riduzione considerevole dell'impronta di carbonio delle batterie a causa dell'estensione della durata. Tuttavia, sono necessari sviluppi significativi per quanto riguarda i metodi di valutazione, ricondizionamento e gestione delle batterie prima che l'uso delle batterie per la seconda vita possa essere ampiamente utilizzato. Sviluppando la tecnologia e i meccanismi (come valutazione, ricondizionamento e BMS ottimizzato) per consentire un uso affidabile, sicuro e sostenibile delle batterie di seconda vita si prevedono miglioramenti significativi nell'LCA delle batterie. Le emissioni di gas serra e l'impronta di carbonio delle batterie dovrebbero diminuire notevolmente a causa del ritardo della fine del ciclo di vita di almeno il 50%. L'Europa deve attuare azioni e strumenti di monitoraggio per la fine del ciclo di vita dei sistemi di accumulo dell'energia venduti sul mercato. Conoscere il valore o il costo delle batterie in uno scenario di second life è un obbligo e non affrontare questo problema può avere un costo ambientale di incommensurabile entità.

RICICLAGGIO DEI MATERIALI DELLA BATTERIA (WG2)

Insieme alla rapida crescita delle industrie della mobilità elettrica e dello stoccaggio di energia, un flusso crescente di batterie agli ioni di litio sta entrando nei mercati europei. Nei prossimi dieci anni si prevede che un vasto numero di sistemi di batterie per veicoli elettrici raggiungerà la fine del ciclo di vita (EoL).

La gestione dei flussi di batterie a fine vita richiede lo sviluppo di un sistema armonizzato di gestione delle batterie in tutta l'UE. Pertanto, affrontare la raccolta, la manipolazione, lo smistamento e lo smantellamento delle batterie agli ioni di litio a fine vita sono i primi passi necessari per riportare i materiali nella catena del valore delle batterie e garantire un riciclaggio adeguato. Dovrebbero essere sviluppati processi più rispettosi dell'ambiente con l'obiettivo di ridurre al minimo il consumo di energia, acqua e prodotti chimici, nonché riciclare i prodotti chimici e ridurre al minimo l'esposizione a materiali pericolosi. Un migliore riciclaggio totale dei materiali delle batterie mira alla creazione di processi di riciclaggio olistici fattibili in grado di sfruttare efficacemente le enormi quantità di rifiuti di batterie EV che raggiungeranno il limite massimo di efficienza nei prossimi dieci anni, così come gli scarti di riproduzione. L'obiettivo è costruire processi di riciclo recuperando la maggior quantità (alto tasso di recupero dei singoli elementi / materiale, ma anche elevato recupero totale complessivo dei materiali) di risorse presenti all'interno di queste materie prime secondarie.

Il flusso lungo la catena del valore delle batterie agli ioni di litio in Europa è molto vario. La grande varietà di tipi, dimensioni, forme, connessioni e composizioni chimiche dei materiali attivi rendono molto difficile essere maneggiati in modo efficace, al massimo tasso di ritiro possibile e con una minima impronta di CO₂. Ciò potrebbe essere ottenuto, tra l'altro, reindirizzando parte dei flussi ad applicazioni di seconda vita dopo la diagnosi e la valutazione dello stato di salute da parte di esperti. Le tecnologie di selezione sono quindi un altro settore da sviluppare ulteriormente.

Anche i problemi di sicurezza durante tutte le fasi del riciclaggio dovrebbero essere affrontati con la dovuta attenzione. Lo stato delle batterie a fine vita (EoL) raccolte è generalmente sconosciuto nei punti di ritiro e negli impianti di trattamento autorizzati dei veicoli fuori uso. Quando si gestisce un carico elettrico, è necessario tenere in considerazione il rischio di scosse elettriche. Il rischio di incendio ed esplosione può verificarsi quando il processo di cortocircuito o il danneggiamento della saldatura / giunzione inizia con una batteria rotta. Questi avviano rilasci incontrollati di calore che iniziano una reazione a catena (fuga termica), decomposizione ed evaporazione di elettroliti e composti organici all'interno delle batterie, portando a velocità di combustione persino accelerate e infine esplosione con potenziale emissione di gas velenosi. Questi pericoli sono particolarmente significativi durante la manipolazione di batterie ad alta energia da applicazioni di mobilità elettrica o di accumulo di energia. È necessario lo sviluppo di tecnologie complete per la gestione sicura ed efficace dei flussi di batterie in crescita prima che entrino finalmente nel processo di riciclaggio. Verranno create metodologie e tecnologie per la valutazione e lo smistamento dello stato di salute (SoH) (automatizzato e standardizzato ove possibile), per separare le batterie potenzialmente pericolose da quelle che potrebbero essere riutilizzate o riproposte per applicazioni secondarie.

PROMUOVERE TECNOLOGIE NUOVE ED EMERGENTI (WG1)

Batteries Europe ritiene che sia importante non solo costruire un'industria europea delle batterie competitiva, ma anche mantenere la competitività a lungo termine. Pertanto, una parte dei finanziamenti per la ricerca odierna dovrebbe essere destinata a obiettivi a più lungo termine.

Tra le nuove tecnologie emergenti di accumulo di energia che promettono di offrire alta densità di energia e potenza pur essendo verdi, economiche e sicure, le nuove batterie multivalenti (calcio, magnesio, alluminio, ecc.) Potrebbero avere un ruolo importante e devono essere esplorate e sviluppate. La natura multivalente del catione porta ulteriori difficoltà, ma mantiene la promessa di densità energetiche più elevate offrendo più di un elettrone per catione e la prospettiva di utilizzare anodi metallici, oltre a costi inferiori dovuti all'uso di materiali più abbondanti.

Al fine di promuovere l'introduzione di sistemi di accumulo di energia accoppiati a fonti di energia rinnovabile a prezzi energetici competitivi (€ / kWh), in Europa sono necessarie tecnologie innovative. Batteries Europe ritiene che la modellazione, le nuove chimiche delle celle e il nuovo design delle celle per batterie a flusso redox non convenzionali sostenibili rappresentino un passo in questa direzione. Ciò dovrebbe facilitare la ricerca e la scelta di molecole da testare sperimentalmente come catoliti e anoliti della batteria a flusso redox e quindi consentire uno sviluppo più rapido di sistemi ad alta densità di energia, a basso prezzo, sostenibili e più sicuri.

Seguendo lo stesso ragionamento, Batteries Europe consiglia di esplorare batterie ricaricabili acquose avanzate a basso costo e sicure per lo stoccaggio di energia. Le loro proprietà intrinseche in termini di sicurezza, costo e sostenibilità potrebbero essere un vantaggio significativo per la catena del valore delle batterie europee nei prossimi anni. Nuovi tipi di batterie acquose potrebbero fornire una carica / scarica rapida con una maggiore efficienza di andata e ritorno a causa delle loro elevate conduttività ioniche. I componenti elettrolitici possono essere più economici e rispettosi dell'ambiente. Questa tecnologia è rilevante per l'accumulo di energia su larga scala ma anche per altre applicazioni in cui non è necessaria un'elevata densità di energia volumetrica.

Sebbene la ricerca di nuove sostanze chimiche sia importante, Batteries Europe ha anche identificato le interfacce, tra i componenti della batteria, come un'area di ricerca che deve essere ampiamente studiata e compresa. Le reazioni chimiche alle interfacce della batteria influiscono notevolmente sulla durata e sulla sicurezza della batteria. Il tema proposto ha lo scopo di studiare le interfacce all'interno delle celle della batteria durante la loro formazione e propagazione in funzione del ciclo della batteria. La modellazione è uno

strumento essenziale per supportare la comprensione delle reazioni e / o dei meccanismi di degradazione e per la valutazione della formazione o della rottura dei componenti chimici alle interfacce. L'obiettivo è fornire prove di concetti per lo studio delle interfacce tra i componenti della batteria, ma anche chiarire il modus operandi dello studio dei meccanismi di degradazione dovuti alle reazioni che avvengono alle interfacce. Le nuove tecniche e approcci dovrebbero gettare le basi per una solida piattaforma scientifica sugli studi sulle interfacce delle batterie.

Infine, Batteries Europe ha osservato che la selezione disponibile di materiali per gli anodi è estremamente ristretta e le loro prestazioni sono uno dei principali ostacoli per l'ulteriore miglioramento della chimica delle batterie. Inoltre, la conoscenza relativa alla stabilità e alle prestazioni di materiali per batterie anodiche nuove ed emergenti è limitata a causa di prove sperimentali comparabili insufficienti e risorse disponibili. La sfida a lungo termine è sviluppare una piattaforma che consenta un rapido, ad alto rendimento e riproducibile screening sperimentale di nuovi potenziali materiali anodici. L'approccio dovrebbe dimostrare sinergie con la piattaforma di accelerazione dei materiali (MAP) dell'iniziativa Battery 2030+ poiché la selezione iniziale suggerita di materiali adatti potrebbe essere ottenuta attraverso processi di modellazione multi-scala avanzati.

6.2.2 La Strategic Research Agenda

La SRA di Batteries Europe è stata elaborata con il coinvolgimento di ca. 500 esperti in 6 diversi gruppi di lavoro e 4 diverse task force, inclusi elementi a monte e a valle della catena del valore che rappresentano stakeholder industriali, fornitori di ricerca e tecnologia, università e autorità politiche / normative. Il lavoro è stato svolto durante la primavera e l'estate del 2020 in una serie di riunioni on line sullo sfondo della pandemia globale Covid-19. Il lavoro ha identificato le esigenze di ricerca e innovazione sia a lungo che a breve termine per la tecnologia delle batterie.

Il punto di partenza della SRA esamina le esigenze imminenti e la ricerca necessaria per abilitare più usi finali in una varietà di settori, dallo stoccaggio stazionario a una varietà di modalità di trasporto. Questo è seguito dall'affrontare le esigenze all'interno della produzione di celle e sistemi e materiali avanzati fino alle aree della lavorazione sostenibile delle materie prime e all'identificazione degli sforzi di ricerca necessari per sviluppare e supportare un riciclaggio efficiente, sostenibile e sicuro. La SRA affronta anche l'importante area delle tecnologie nuove ed emergenti in cui i massimi esperti europei indicano le chimiche delle batterie più promettenti e innovative, che possono essere la chiave per il vantaggio competitivo europeo in futuro. La SRA richiama inoltre l'attenzione su aspetti trasversali, tra cui competenze e istruzione, sicurezza, sostenibilità e digitalizzazione e descrive le azioni necessarie per affrontare queste aree. Ciò è essenziale per garantire un fiorente ecosistema di ricerca e innovazione delle batterie.

La SRA è uno strumento che deve essere utilizzato collettivamente dalla Commissione europea, dagli Stati membri nazionali e dall'industria durante lo sviluppo dei loro programmi di ricerca. Fornisce una visione olistica e una guida scientifica, inclusi gli indicatori chiave di prestazione attuali e target (KPI).

ETIP BE collabora strettamente con tutte le altre iniziative europee e in particolare quelle sotto l'egida della European Battery Alliance, con ciascuna iniziativa che ha un ruolo distintivo ma complementare. L'ETIP ha anche uno stretto legame con la Battery Partnership con i membri chiave di Batteries Europe coinvolti nella creazione e nel lavoro della Battery Partnership che garantisce comunicazioni e allineamenti chiari e coerenti. La Battery Partnership è una partnership pubblico-privato con la Commissione europea, che si concentra sul sostegno all'industria delle batterie attraverso il programma quadro di ricerca Horizon Europe. Batteries Europe ha un'ampia piattaforma e una visione olistica della catena del valore delle batterie, la Battery Partnership ha un ambito più ristretto, affrontando le parti fondamentali più vitali della catena del valore.

A fine 2020, terminato l'iter di revisione interno e da parte della Commissione, è stata pubblicata la SRA sul sito di BE [41].

Di seguito si propone la visione e gli scopi della SRA di BE.

In Europa, entro questo decennio, dove è tecnologicamente ed economicamente fattibile, tutto ciò che può essere elettrificato sarà elettrificato, rendendo così la tecnologia delle batterie uno dei più importanti

abilitatori chiave per la transizione all'energia verde facilitando le tecnologie esistenti e nuove. Le applicazioni variano ampiamente dalla maggior parte dei vettori nel settore dei trasporti (inclusi: biciclette elettriche, scooter, motocicli, autovetture, furgoni, camion, autobus, barche, navi, tram, macchinari pesanti, robotica, droni e vettori attualmente non considerati), a tecnologie di accumulo dell'energia che supportano e rafforzano la rete elettrica per facilitare una maggiore intermittenza. La transizione energetica è fondamentale per ridurre in modo significativo le emissioni di gas serra. A livello globale, i settori dei trasporti e dell'energia hanno contribuito, rispettivamente, al 16% e al 23% delle emissioni globali a livello mondiale nel 2017. Nell'Unione europea, le emissioni dei trasporti sono considerate circa il 25%, di cui il 60% dai veicoli leggeri. Consentendo l'elettrificazione dei trasporti e l'uso di energie rinnovabili come fonte affidabile di energia, l'uso della tecnologia delle batterie ha l'enorme potenziale di ridurre le emissioni globali di circa il 30% [42] entro il 2030, oltre a contribuire a numerosi obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite.

Tuttavia, il ritmo di questa transizione energetica dirompente dipende in parte dalla disponibilità delle batterie, attualmente acquistate in grandi quantità dall'Asia. È particolarmente importante che l'Europa aumenti in modo significativo la produzione di batterie per il settore automobilistico per garantire la continua sostenibilità economica di questo settore che attualmente impiega 13,8 milioni di europei direttamente o indirettamente e rappresenta il 6,1% [43] dell'occupazione totale dell'UE. Inoltre, la sostenibilità ambientale deve essere al centro della produzione europea di batterie, in modo da soddisfare le ambizioni della transizione all'energia verde.

La ricerca e l'innovazione sono la chiave di volta per la costruzione di qualsiasi settore competitivo duraturo basato sulla tecnologia ed è necessaria per ottenere un vantaggio competitivo, sostenibilità e sviluppare le competenze e le abilità necessarie per portare prodotti e processi dall'ideazione al mercato. Con l'urgente necessità di avviare la produzione di celle su larga scala in Europa, nasce l'esigenza di dare immediatamente la priorità alla ricerca sulle batterie, con un approccio olistico lungo l'intera catena del valore delle batterie supportato da tutte le parti interessate, comprese le agenzie di finanziamento di R&I europee, nazionali e regionali. Gli investimenti nella ricerca sulle batterie e nelle relative infrastrutture di ricerca devono essere significativi e continui nel tempo, coprendo le priorità di ricerca sia a breve che a lungo termine. Per essere competitiva a livello internazionale, l'Europa avrà bisogno di una ricerca all'avanguardia, dall'ideazione al prodotto fino all'introduzione sul mercato, migliorando la sostenibilità, riducendo i costi e garantendo alta qualità e sicurezza di prodotti e processi. Il mancato investimento in ricerca, sviluppo, competenze e formazione rischia immediatamente di avere un effetto dannoso non solo per la nostra neonata industria nazionale delle batterie, ma anche per le numerose industrie collegate, compreso il settore automobilistico. All'interno di questa agenda di ricerca strategica, gli esperti di Batteries Europe hanno chiaramente identificato i temi chiave che devono essere affrontati lungo l'intera catena del valore delle batterie e l'urgenza con cui questi temi devono essere affrontati. Inoltre, sono state predisposte tabelle di Key Performance Indicator che descrivono in dettaglio le performance attuali e gli obiettivi di performance chiave attesi entro specifici tempi. Questi obiettivi sono soggetti a variazione e dipenderanno fortemente dal livello di ricerca, investimento e impegno da parte di tutte le parti nell'ecosistema di R&I delle batterie.

Per supportare le imminenti esigenze a breve termine del settore delle batterie, è imperativo che la generazione 3 (ioni di litio ottimizzato), quindi la generazione 4a (ioni di litio a stato solido) e la generazione 4b (Li a stato solido) vengano affrontate ora, in prospettiva di avere una nuova tecnologia che differenzi le batterie europee sul mercato a partire dal 2025. Le applicazioni di queste chimiche per batterie saranno anche molto varie (da requisiti di alta potenza a requisiti di alta energia), aumentando così la varietà di industrie che possono essere supportate da ricerche approfondite su queste generazioni delle batterie. È particolarmente importante concentrarsi sia sui materiali che sulla produzione di celle per consentire un upscaling efficace e competitivo in termini di costi. La produzione di batterie è una parte specifica della catena del valore su cui devono essere concentrati ulteriori sforzi di ricerca poiché questa è attualmente una debolezza significativa in Europa.

Allo stesso tempo, è importante che un alto livello di ricerca continua sia focalizzato su obiettivi a lungo termine di ricerca ambiziosi, in modo che l'Europa mantenga la leadership di mercato fino al 2030 e oltre. L'industria europea delle batterie dovrà fare continui progressi per soddisfare le richieste dei clienti e per facilitare nuove applicazioni oltre l'ambito delle conoscenze odierne. Nuovi concetti e nuove chimiche delle

batterie oltre la generazione quattro devono essere esplorati concentrandosi sulle prestazioni, i costi e la sostenibilità delle batterie (e l'approvvigionamento etico), compresa la loro produzione e il fine vita. Ciò richiede un flusso costante di innovazione.

Uno dei principali fattori di differenziazione per le batterie prodotte in Europa sarà la sostenibilità, con un'impronta di carbonio ridotta e un approccio di economia circolare ottimizzato in tutte le fasi della catena del valore. La ricerca si occuperà della sostenibilità economica, sociale e ambientale per fornire una comprensione olistica dell'impatto delle innovazioni derivanti dall'estrazione e dalla lavorazione dei materiali, dalla produzione di celle e batterie, dall'uso, dal secondo utilizzo a fine vita e dal riciclaggio. La tecnologia delle batterie sostenibili sarà fortemente supportata dal quadro normativo dell'UE. Per realizzare un approccio di economia circolare alla tecnologia delle batterie, è necessaria una ricerca attiva sull'approvvigionamento, l'estrazione e la lavorazione di materie prime primarie e secondarie insieme a un approccio alla tracciabilità dei materiali. Inoltre, nel contesto di un'industria delle batterie in crescita e di una maggiore produzione in Europa, sono necessarie ricerche su nuovi circuiti chiusi e tecnologie di riciclaggio. Batteries Europe ritiene che un ruolo abilitante trasversale sarà svolto dalla digitalizzazione, che offre una serie di opportunità per sviluppi notevolmente accelerati nel settore delle batterie, dalla scoperta accelerata dei materiali all'uso intersettoriale ottimizzato dei sistemi di batterie per supportare la rete energetica. I digital twin e l'analisi dei big data saranno cruciali per il progresso dei sistemi di gestione delle batterie (BMS), la tracciabilità dei materiali delle batterie, la produzione, le applicazioni di second life e il riciclaggio e quindi giocheranno un ruolo essenziale anche per le applicazioni mobili e stazionarie.

Un forte coordinamento sarà essenziale se l'Europa vuole raggiungere i suoi ambiziosi obiettivi di creare un'industria delle batterie competitiva su larga scala supportata da una ricerca leader a livello mondiale che sia pertinente, tempestiva e di impatto, come stabilito nella SRA. Tutti i portatori di interessi pertinenti, compresi l'industria, i fornitori di ricerca, le università e le reti e le agenzie di supporto in Europa, dovranno continuare e intensificare il loro lavoro insieme concentrando gli sforzi di ricerca sull'effettiva creazione di valore e comunicando con successo progressi e ulteriori esigenze di ricerca attraverso la partecipazione a Batteries Europe e iniziative correlate.

6.3 Partecipazione ad eventi e webinar

Nonostante la crisi pandemica, ETIP BE ha avuto modo di partecipare alla European Sustainable Energy Week (EUSEW) e di organizzare 3 WS e la General Assembly annuale, tutto in modalità da remoto.

6.3.1 "Batterie sostenibili: un alleato per la ripresa verde" a EUSEW

Il 24 giugno 2020, Batteries Europe ha tenuto una sessione all'evento online della Settimana europea dell'energia sostenibile, dal titolo "Batterie sostenibili: un alleato per la ripresa verde". La sessione è stata organizzata in collaborazione con Battery2030 + e ha raccolto più di 1600 registrazioni, vista la rilevanza del tema per la futura ripresa dell'Europa.

Michael Lippert, presidente di Batteries Europe, ha moderato le discussioni e ha aperto l'evento, con oratori che hanno presentato e discusso su tre diversi blocchi.

Regolamento e business case

Il blocco introduttivo ha coinvolto Haitze Siemers, capo unità del C2 - Nuove tecnologie energetiche e innovazione della DG ENER che ha condiviso l'attuale panorama legislativo per le batterie e Diego Pavia, CEO di EIT InnoEnergy, che ha delineato il lavoro della European Battery Alliance e ha menzionato il lavoro e la crescita del PIL che il settore delle batterie può portare fino al 2030.

Riciclaggio e sostenibilità

Nel secondo blocco, Mattia Pellegrino, Capo Unità di ENV B3 - Gestione dei rifiuti e materiali secondari, ha discusso i criteri di sostenibilità per le batterie in Europa, un tema centrale per una ripresa verde e che ha

potenzialità di miglioramento. Emma Nehrenheim, di Northvolt, ha condiviso l'opinione della prima gigafactory europea di batterie sulla sostenibilità, il cui obiettivo principale è l'aumento delle energie rinnovabili nel sistema.

Istruzione e ricerca

Nell'affrontare l'istruzione nel terzo blocco, James Copping della DG GROW ha condiviso che le competenze spesso mancano e possono ritardare le aziende nella corsa all'innovazione tecnologica. In questo senso, la Commissione Europea intende affrontare la questione a breve e lungo termine. Kristina Edstrom, professoressa dell'Università di Uppsala e coordinatrice di Battery2030 + ha toccato il tema della ricerca, che ritiene debba avere aspettative realistiche

Per quanto riguarda la competitività europea rispetto alla Cina, i relatori hanno sottolineato come l'Europa dovrebbe lavorare per costruire la prossima generazione di batterie, concentrandosi sull'innovazione e sulla qualità piuttosto che sui prezzi: in questo momento si sta effettivamente verificando una significativa delocalizzazione dei produttori di batterie in Europa. Dal punto di vista della ricerca, la differenziazione è fondamentale anche quando si combatte la concorrenza sia all'interno che all'esterno dell'UE per evitare di replicare gli sforzi.

Secondo Haitze Siemens, iniziative come Batteries Europe possono unire tutte queste esigenze e offrire un forte sostegno alla futura ricerca sulle batterie in Europa, che ha al centro l'innovazione e la sostenibilità e in grado di promuovere la resilienza economica, essendo così un alleato nella ripresa verde del continente.

6.3.2 Primo seminario: Stato di avanzamento delle batterie in Europa: stiamo affrontando la sfida?

Il 1 ° ottobre 2020 si è svolto il primo seminario online di Batteries Europe, moderato dal membro del governing board Rosa Palacin. All'evento hanno partecipato oltre cento partecipanti attivi che hanno avuto la possibilità di ascoltare relatori di alto livello che presentavano le attuali sfide affrontate dalla catena del valore delle batterie europee.

L'evento è iniziato con un discorso di apertura di Michael Lippert, presidente di Batteries Europe, immediatamente seguito da una presentazione di Ivone Kaizeler della DG GROW sull'European Battery Alliance e sull'ecosistema complessivo delle batterie europeo, toccando i recenti sviluppi del Green Deal e il piano di recupero.

Successivamente, David Post, Head of Energy Storage Solutions di Enel X, ha presentato gli impatti del Covid-19 nella catena del valore delle batterie europee, condividendo come il gruppo italiano ha superato le sfide incontrate. Simon Bennett e Yann Meniere, rispettivamente dell'Agenzia Internazionale dell'Energia e dell'Ufficio Brevetti Europeo, hanno presentato uno studio congiunto delle due istituzioni sull'innovazione globale ed europea delle batterie, posizionando l'UE nel mercato globale in termini di brevetti e tecnologia rivoluzionaria.

Erano presenti anche le Task Force di Batteries Europe su temi trasversali: Emma Wiesner, leader della Task Force sulla Sostenibilità, ha presentato il lavoro del gruppo e le fasi future. Subito dopo, Jean Baptiste Pernot, Chief Operating Officer di ACC, ha fornito ulteriori informazioni su come il gigante francese costruirà e gestirà le sue gigafactory.

6.3.3 Secondo seminario: cosa ci rende diversi? Gli sforzi dell'Europa per affrontare temi trasversali

Il 19 ottobre 2020 si è svolto il secondo Workshop Online di Batteries Europe, moderato dal membro del GB Stefano Saguatti. L'evento ha riunito le parti interessate e i simpatizzanti della Piattaforma, oltre 110 partecipanti attivi.

L'evento è iniziato con un discorso di benvenuto di Michael Lippert, presidente di Batteries Europe, immediatamente seguito da una presentazione di Uwe Seidel sull'IPCEI (Progetti internazionali di interesse comune europeo) sulle batterie in corso. Successivamente, Ilkka Kojo e Mari Lundstrom, rispettivamente presidente e copresidente del WG 2 su materie prime e riciclaggio, hanno presentato il loro lavoro all'interno dell'ETIP e l'importanza che ha nel quadro completo. Il pubblico è stato molto attivo, ha posto molte domande per entrambe le presentazioni, tutte moderate da Stefano Saguatti.

Le Task Force di Batteries Europe su argomenti trasversali sono state ancora una volta presenti: Willy Tomboy, leader della Task Force su Second life, ha presentato il lavoro del gruppo e il loro white paper. Subito dopo, Maher Chebbo, leader della Task Force sulla digitalizzazione, ha presentato il proprio lavoro, seguito da Maitane Berecibar e Arnaud Bordes, che hanno presentato il lavoro della Task Force sulla sicurezza.

L'evento è stato immediatamente seguito dalla Seconda Assemblea Generale della Piattaforma.

6.3.4 Seconda Assemblea Generale di Batteries Europe

Il 19 ottobre 2020, a seguito del secondo Workshop Online di Batteries Europe, si è svolta, sempre online, la seconda Assemblea Generale della Piattaforma. Più di 140 parti interessate della piattaforma erano presenti a questo incontro, che segna un anno intero di Batteries Europe. L'incontro rappresenta un'occasione annuale per riunire le parti interessate della piattaforma appartenenti ai diversi organi di Batteries Europe - gruppi di lavoro, NRCG, consiglio di amministrazione e segreteria - e per decidere sui punti principali che devono essere sottoposti al voto. In occasione di questa Assemblea Generale, è stato chiesto agli stakeholder di Batteries Europe di esprimersi sulla proposta di proroga del mandato del Governing Board eletto nel 2019 e sulla sostituzione di uno dei membri del Governing Board.

L'incontro è iniziato con un discorso di apertura di Michael Lippert, presidente di Batteries Europe, che ha presentato il lavoro della piattaforma e la sua importanza, ed è stato seguito da un secondo discorso di apertura di Mark van Stiphout, vicedirettore dell'unità per l'innovazione, le tecnologie pulite e competitività DG ENER. Stiphout ha sottolineato la centralità delle batterie negli sforzi futuri della Commissione europea, in termini di politiche e finanziamenti, ricordando ai partecipanti l'ampia varietà di argomenti relativi alla ricerca sulle batterie e gli ambiti di utilizzo delle batterie negli obiettivi di decarbonizzazione del 2050.

Il Segretariato ha presentato i risultati della Piattaforma nell'ultimo anno, come la costituzione delle recenti task force su temi trasversali e il piano di mitigazione per Covid-19 che è stato implementato per mantenere il lavoro della Piattaforma ancora in corso. Sono stati inoltre presentati i risultati della comunicazione e della diffusione, ricordando alle parti interessate la visibilità che un ETIP può avere grazie agli strumenti di comunicazione della Commissione europea. Il discorso è stato seguito da una presentazione sulle reti di interazione di Batteries Europe, di Kristina Edstrom di Battery2030 +, Lucie Beaumel della European Green Vehicles Initiative e Philippe Jacques del Public-Private Partnership in Horizon Europe per le batterie.

Kurt Vandeputte, membro del consiglio di amministrazione, ha presentato i passi futuri di Batteries Europe per il prossimo anno: la piattaforma dovrebbe compiere progressi nel lavoro di supervisione delle sinergie tra le varie iniziative nazionali e regionali; impegnarsi in progetti con le sue reti di interazione; e concentrarsi su alcuni lavori tecnici.

Subito dopo sono stati presentati i risultati della votazione dei punti posti all'attenzione della piattaforma. Alla comunità di stakeholder di Batteries Europe è stato chiesto di votare su due punti: in primo luogo, una proposta per l'estensione del mandato dell'attuale consiglio di amministrazione fino alla fine del 2021. In secondo luogo, è stato chiesto loro di votare su una proposta di sostituzione di Tobias Loescheter Horst (Volkswagen) con Oliver Schauerte (Volkswagen). Con più di 100 voti validi, entrambe le proposte sono state approvate dalla comunità delle parti interessate di Batteries Europe

Michael Lippert ha ringraziato tutte le parti interessate per la loro partecipazione e il voto a nome della piattaforma, augurando a tutti un grande anno di risultati e di lavoro in arrivo.

6.3.5 Terzo workshop: People Power for the Battery Value Chain - from Education and Research to Implementation

Il 29 ottobre 2020 si è svolto il terzo workshop online di Batteries Europe, moderato dal membro del consiglio di amministrazione Thomas Van der Meer. L'evento ha visto oltre 118 partecipanti che si sono uniti per avere l'opportunità di ascoltare specialisti sulle sfide attuali nell'istruzione, nella ricerca e nell'attuazione della catena del valore delle batterie europee.

L'evento è iniziato con un discorso di benvenuto pronunciato da Michael Lippert, presidente di Batteries Europe, seguito da un discorso di apertura di Rosa Palacin, membro del consiglio di amministrazione di Batteries Europe, che ha toccato la storia delle batterie. Axel Thielmann, presidente della task force per l'istruzione, ha presentato una presentazione sulle esigenze di istruzione per la catena del valore delle batterie europee. Dopo questa presentazione, Michel Viktorovitch, presidente del NRCG, ha fornito una panoramica del sostegno e degli strumenti nazionali al settore europeo delle batterie, toccando una prospettiva francese.

Il resto del workshop è stato dedicato alla presentazione di Edel Sheridan, Technical Leader di Batteries Europe, che ha presentato l'Agenda di ricerca strategica di BE. Kristina Edstrom, presidente del WG1 di BE e coordinatrice di Battery2030+, insieme a Tejs Vegge, membro del WG1 di BE e coordinatore del progetto BIG-MAP, hanno presentato le due importanti iniziative. Infine, Arno Kwade, co-presidente del BE WG4 e coordinatore di LiPLANET, ha presentato la roadmap del progetto Li-PLANET per lo sviluppo di una produzione di Li-Ione su scala industriale in Europa.

7 EERA

La “European Energy Research Alliance” (EERA) [44] costituisce un raggruppamento o alleanza dei principali centri di ricerca, università e associazioni attivi in ambito europeo nella ricerca in campo energetico. Di recente hanno aderito all’alleanza anche alcune realtà industriali. Vi partecipano più di 250 soggetti, per un totale di 50.000 ricercatori da 30 Paesi differenti (Figura 7.1). Obiettivo è quello di accelerare lo sviluppo di nuove tecnologie energetiche concependo e realizzando programmi di ricerca congiunti (*Joint Programme – JP*) a supporto del SET Plan e di integrare attività e risorse, combinando fonti di finanziamento nazionali e comunitarie, massimizzando le complementarità e le sinergie.



Figura 7.1 – EERA: Membri divisi per categoria (EERA, 2021).

Al 2020 sono attivi 18 *Joint Programme* [45] nei quali un’organizzazione di ricerca può unirsi ad altre dei diversi paesi Europei partecipanti, per lavorare su progetti e priorità comuni. Tra i diversi JP, maggiormente inerente al tema “accumulo” è il JP “Energy Storage”. Il tema è trattato in modo meno diretto anche in altri JP, come ad esempio nel JP “Smart Grids” – SP4 “Electrical Energy Storage Integration”.

7.1 EERA JP Energy Storage

Il *Joint Programme “Energy Storage”* (JP ES) [46] è il programma pan-europeo che raggruppa i principali centri di ricerca attivi nel settore dell’accumulo di energia, per promuovere lo sviluppo efficiente di nuove tecnologie, in stretta conformità con gli obiettivi della *European Energy Research Alliance* (EERA), in supporto agli obiettivi e alle priorità del SET Plan.

Al JP ES aderiscono 37 organizzazioni di ricerca (tra queste RSE, ENEA e CNR) e università in rappresentanza di 12 differenti Stati Membri (Figura 7.2).



Figura 7.2 - EERA JPES: distribuzione in Europa dei membri [47].

Le attività del JP ES sono suddivise in sei *sub-programme* (SP – Figura 7.3). Il coordinamento è affidato ad un gruppo [48] composto da un coordinatore (Stefano Passerini, KIT), da un segretariato affidato al *Karlsruhe Institute of Technology* (KIT), da un *Management Board*, composto da coordinatori dei singoli SP, e dalla *General Assembly* composta da tutti gli associati attivi al JP.

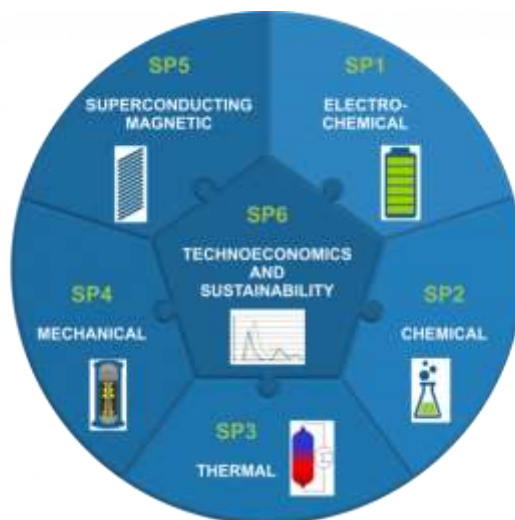


Figura 7.3 – EERA JPES: sub-programmes (SP) [49].

Si specifica che ENEA partecipa alle attività e riunioni dei *sub-programme* SP1, SP2, SP3 e SP6 ed è anche *chair* di SP1 (Margherita Moreno); RSE partecipa a SP1 e SP4; CNR a quelle di SP1, SP2, SP3 e SP6 ed è *chair* di SP3 (Salvatore Vasta) e *deputy chair* di SP6 (Marco Ferraro).

7.1.1 Sub-programmes

Di seguito si riportano alcune informazioni sulle principali attività dei diversi *sub-programme*.

SP1 - Electrochemical Energy Storage (EES)

(*chair*: Margherita Moreno, ENEA; *deputy*: Alexey Koposov, IFE)

SP1 si concentra sui sistemi di accumulo elettrico ed elettrochimico (batterie e supercapacitori), come tecnologie abilitanti per la transizione energetica *green* nel settore elettrico e dei trasporti.

La priorità del SP1 è coordinare e riunire le iniziative dei principali istituti di ricerca e università che lavorano nei settori delle batterie agli ioni di litio, delle batterie post-litio e dei supercondensatori. L'obiettivo è rappresentare un approccio corale dei ricercatori operanti nel settore e generare una piattaforma di discussione aperta con scambio di idee tra ricercatori, industria e altri *stakeholder*, al fine di consolidare collaborazioni e progetti a lungo termine.

SP1, inoltre, organizza seminari una o due volte all'anno per i suoi membri con relatori esperti esterni o interni su argomenti rilevanti come l'industrializzazione dei risultati della ricerca, lo *scale-up*, il potenziamento e l'interconnessione dei laboratori. L'intento è di consentire a tutti i membri di essere aggiornati sulle nuove tendenze e innovazioni complementari al lavoro di ricerca sui sistemi di accumulo elettrochimico.

La ETIP *Batteries Europe* è stata promossa e supportata nella sua fase iniziale dal SP1 di EERA JP ES, in particolar modo è stato dato supporto alla predisposizione della proposta progettuale e alla definizione della *Strategic Research Agenda*. EERA è presente nel segretariato della piattaforma con compiti di consulenza tecnico scientifica, assolto dai membri di SP1 di EERA JP ES. Inoltre, numerosi membri EERA JP ES sono membri attivi della ETIP *Batteries Europe* (esperti nei WG).

Nel corso del 2020 le iniziative nell'ambito delle batterie sono cresciute in maniera esponenziale e questo ha comportato un leggero rimescolamento tra i membri e le posizioni di coordinamento del *sub-programme*. Solo durante la riunione *online* del 09/10/2020 dello *steering committee*, si è potuto votare i nuovi coordinatori che avranno durata quadriennale, scambiandosi il ruolo di *chair* a metà periodo.

Questo e le difficoltà ad organizzare eventi dovuta alla pandemia hanno fatto conoscere una battuta di arresto alle attività del SP1. Con il nuovo *team* di coordinamento e il nuovo anno, è prevista una ripresa di tutte le attività in sospenso e di nuove attività. Tra le attività rimaste in sospenso ci sono, ad esempio, i seminari su argomenti rilevanti per i membri.

SP2 – Chemical Energy Storage (CES)

(*chair*: Adelbert Goede, DIFFER; *deputy*: Roland Dittmeyer, KIT)

SP2 riguarda l'accumulo di energia elettrica in legami chimici e, in particolare, riguarda lo sviluppo di tecnologie Power-to-X (P2X) di conversione di gas presenti in atmosfera (CO₂, N₂) e acqua in combustibili e prodotti chimici ad alta densità energetica per mezzo di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, fornendo capacità di accumulo di energia a lungo termine (stagionale), su larga scala. L'accoppiamento di diversi settori energetici a quello elettrico (*sector coupling*) può contribuire alla riduzione delle emissioni complessive di CO₂.

SP2 contribuisce al SET Plan *Action 1: Development of renewable technologies and integration in the EU energy system*, *Action 2: Cost reduction* e *Action 8: Renewable Fuels for Sustainable Transport*.

SP3 – Thermal Energy Storage (TES)

(*chair*: Salvatore Vasta, CNR ITAE; *deputy*: Christoph Zauner, AIT)

SP3 riguarda lo stoccaggio di energia termica. Il lavoro è suddiviso in tre pacchetti di lavoro: materiali di stoccaggio, trasferimento di calore interno e integrazione dello stoccaggio. Il pacchetto di lavoro sui materiali di stoccaggio riguarda sia lo sviluppo di materiali a breve che a lungo termine, in particolare le proprietà termiche di sali e *Phase Change Material* (PCM), nonché la sintesi e la caratterizzazione di PCM compositi, di fluidi e materiali termochimici. Il pacchetto di lavoro sul trasferimento di calore interno esamina i recenti progressi nei dispositivi di accumulo diretto e indiretto. Infine, il pacchetto di lavoro sull'integrazione dello

stoccaggio riguarda i sistemi TES di piccola taglia, la valutazione dei sistemi integrati e gli aspetti tecnico-economici dei sistemi TES.

SP3 sta inoltre collaborando con l'Annex 30 di IEA "Energy Conservation through Energy Storage" (ECES). Questo Annex è attivo da luglio 2015 e si occupa dello sviluppo di una metodologia per la caratterizzazione e la valutazione dei sistemi TES.

SP4 – Mechanical Energy Storage (MES)

(*chair*: Atle Harby, SINTEF; *deputy*: Giovanna Cavazzini, Università di Padova)

Obiettivo principale di SP4 è lo sviluppo di metodi e attrezzature per lo stoccaggio meccanico di energia elettrica.

Tre metodi di stoccaggio meccanico sono presi in considerazione: stoccaggio idroelettrico (incluso il pompaggio), Compressed Air Energy Storage (CAES) e volani. Le attività si concentrano sulla capacità di stoccaggio esistente e sul potenziale in Europa, considerando gli scenari futuri. Inoltre, sono presi in considerazione gli sviluppi tecnologici per il miglioramento delle tecnologie di stoccaggio meccanico, i loro impatti ambientali e modelli numerici.

SP5 – Superconducting Magnetic Energy Storage (SMES)

(*chair*: Xavier Granados, CSIC; *deputy*: posizione da definire)

Un sistema magnetico superconduttore di accumulo di energia è in grado di immagazzinare l'energia direttamente come elettricità e questo consente un'erogazione molto rapida di alta potenza ad alta efficienza.

La sfida di SP5 è quella di sviluppare soluzioni SMES veloci, altamente efficienti, affidabili ed economiche. SP5 vuole creare una piattaforma europea comune di dimostrazione e caratterizzazione per materiali superconduttivi con temperature operative più elevate, implementare questi materiali in approcci modulari e aumentare l'energia volumetrica e la densità di potenza, riducendo così i costi di sistema per diventare competitivi in termini di costo con altre tecnologie d'accumulo di energia di breve termine.

SP6 - Energy Storage: Techno-Economics and Sustainability (ES-TES)

(*chair*: Manuel Baumann, KIT; *deputy*: Marco Ferraro, CNR/ITAE)

SP6 svolge un ruolo importante all'interno dei singoli sottoprogrammi e nel valutare l'integrazione e l'interazione tra le differenti tecnologie.

Ognuna di queste tecnologie di accumulo energetico ha proprietà diverse in termini di applicabilità, costi, impatto ambientale e potenziale di riciclaggio. Ciò rende la scelta di un determinato sistema di accumulo di energia sempre un compromesso tra proprietà diverse in quanto nessun sistema è in grado di soddisfare tutti questi aspetti. Allo stesso tempo, anche i mercati in evoluzione, le politiche e il panorama tecnologico devono essere considerati per la futura implementazione dei sistemi di accumulo.

L'obiettivo è affrontare tali temi critici al di là della pura analisi tecno-economica, considerando altri aspetti, tra cui la valutazione generale della tecnologia e le analisi di impatto ambientale.

SP6 si colloca in maniera trasversale (*cross-topic*) rispetto agli altri *sub-programme*.

7.1.2 Highlight 2020

Nel 2020 sono state attivate una serie di iniziative atte a rimodernare e a rilanciare il JP ES.

In particolare, è stato attivato un *Mobility Scheme* (scambio di ricercatori) [50] con *call* a cadenza semestrale rivolto esclusivamente ai membri del JP. La prima *call* si è chiusa a luglio 2020 con un buon numero di

domande. Dopo una valutazione da parte di alcuni membri del *board* del JP ES, su base volontaria, ne sono state approvate 5. Sfortunatamente, a causa della situazione di emergenza pandemica, nessuno di questi periodi di scambio ha avuto luogo nel 2020.

Gli obiettivi principali del programma di mobilità di ricercatori EERA JP ES sono:

- rafforzare la collaborazione all'interno del JP ES, al fine di realizzare nuove soluzioni innovative per l'accumulo di energia;
- consentire maggiore comprensione e approfondimento delle interrelazioni tra gruppi di ricerca;
- supportare i giovani ricercatori (studenti, dottorandi, ricercatori entro cinque anni dal completamento del dottorato) nella loro carriera appena iniziata;
- valorizzare la costruzione di consorzi all'interno del JP ES.

Alla fine del periodo i giovani ricercatori dovranno produrre una relazione che verrà pubblicata sul sito.

Un'altra attività che era stata votata all'interno del *board* del JP ES riguarda la istituzione di premi per i migliori poster o relazioni in congressi internazionali selezionati. La situazione pandemica ha rallentato questa iniziativa. È allo studio del *board* la creazione di *PhD Days*, per aiutare gli studenti di dottorato a far conoscere il loro lavoro.

Un'ulteriore attività, che ha coinvolto alcuni membri del JP ES, riguarda un approfondimento del concetto di ibridizzazione delle tecnologie di *storage*. Il JP ES, in quanto luogo di incontro dei migliori centri di ricerca e università che trattano tutte le forme di accumulo di energia, ha deciso di puntare ulteriormente su questo concetto, facendone il suo punto di forza.

Questo ha portato allo sviluppo di un progetto in risposta alla *call* LC-GD-9-1-2020 di *Horizon 2020* [51]. La proposta di progetto riguarda un *network* per le infrastrutture di ricerca legate all'*energy storage*. La proposta è stata denominata *StoRIES (Storage Research Infrastructure Eco-System)* [52] ed è in attesa di valutazione. Oltre a raggruppare i principali centri di ricerca e università in Europa in un consorzio che offre accesso a diverse infrastrutture di ricerca, la proposta vuole implementare azioni di ricerca intese all'integrazione di diverse tecnologie d'accumulo in sistemi ibridi.

La proposta *StoRIES* vuole riunire un ampio consorzio di beneficiari: strutture ESFRI [53], istituti tecnologici, università e partner industriali, per migliorare congiuntamente le prestazioni economiche delle tecnologie di stoccaggio, nonché associazioni come EERA e EASE [54] che hanno una lunga storia di cooperazione tra loro e stanno stabilendo il nucleo di questo ecosistema europeo.

Tra i core partner del progetto ci sono ENEA e CNR, mentre RSE è partner associato e fornitore di infrastrutture di ricerca di primo livello.

Di seguito si riportano in breve i principali *highlight* del 2020 (Tabella 7.1).

Tabella 7.1 – EERA JPES: highlight del 2020.

Evento	Descrizione
Mobility scheme (scambio di ricercatori)	Nel 2020, EERA JP ES ha avviato uno schema di supporto dei propri associati attraverso un programma di scambio di giovani ricercatori. Lo schema prevede il rimborso delle spese di trasferta sostenute dai giovani ricercatori. La prima <i>call</i> è stata bandita a fine 2020 e si prevede di far partire i primi progetti di scambio a inizio 2021, su proposte progettuali inerenti i temi di SP1 e SP4. La prossima <i>call</i> sarà aperta ad Aprile 2021.
Proposta progettuale "StoRIES"	In risposta alla <i>call</i> "LC-GD-9-1-2020 - European Research Infrastructures capacities and services to address European Green Deal challenges" in seno a EERA JP Energy Storage ed EASE è stata avviata nel 2020 la creazione di un'ampia <i>partnership</i> che,

Evento	Descrizione
	a guida di KIT, vuole sottomettere una proposta progettuale “ <i>Storage Research Infrastructure Eco-System – STORIES</i> ” con l’obiettivo di creare un <i>network</i> di infrastrutture e competenze a supporto dello sviluppo di tecnologie connesse all’accumulo di energia e che vede il coinvolgimento di infrastrutture ESFRI, centri di ricerca, università e <i>partner</i> industriali. Il consorzio vuole includere oltre 15 <i>partner</i> e 30 beneficiari da più di 15 Paesi. Il consorzio include RSE, ENEA e CNR.

8 Strategia di ricerca a lungo termine “Battery 2030+”

Battery 2030+ è un’iniziativa di coordinamento della ricerca di lungo termine nel settore delle tecnologie emergenti e dirompenti per lo sviluppo di batterie di nuova generazione, avviata a partire dal 2018 [55].

L’iniziativa è supportata dalla Commissione Europea che ha previsto due Coordination and Support Action (CSA) in Horizon 2020, a sostegno delle attività di coordinamento e definizione dell’agenda strategica di ricerca. In Tabella 8.1 si riportano le fasi salienti dell’iniziativa e gli strumenti di finanziamento e supporto introdotti dalla EC. La figura 8.1 rappresenta il concetto alla base dell’iniziativa.

Tabella 8.1 – Battery 2030+: Glossario e cronologia.

Iniziativa Battery 2030+	A inizio 2018 è stata avviata l’iniziativa di ricerca su larga scala <i>Battery 2030+</i> da un consorzio di esperti europei (altamente riconosciuti) di ricerca sulle batterie come risposta alla necessità di sviluppare il settore.
Manifesto Battery 2030+	La visione dell’iniziativa <i>Battery 2030+</i> è stata descritta per la prima volta alla fine del 2018 attraverso un <i>Manifesto</i> [56]. Si tratta di un invito a lanciare un ambizioso programma europeo su larga scala per la ricerca a lungo termine su batterie ad altissime prestazioni, sostenibili e intelligenti, per rendere l’Europa <i>leader</i> in mercati altamente esigenti per soddisfare le aspettative degli utenti finali.
CSA BATTERY 2030+	Nel marzo 2019 la Commissione europea ha lanciato un’azione di coordinamento e supporto (CSA) di 15 mesi. La CSA BATTERY 2030+ ha supportato l’iniziativa <i>Battery 2030+</i> da marzo 2019 a maggio 2020.
Roadmap Battery 2030+	Nella primavera del 2020, il consorzio di <i>Battery 2030+</i> ha pubblicato la versione finale della <i>roadmap</i> [57] di ricerca sulle batterie a lungo termine che descrive le direzioni di ricerca da prendere per inventare le batterie sostenibili del futuro. La redazione di detto documento era iniziata nel 2018, attraverso l’assegnazione della Call-FETPROACT-04-2019 (European Commission, 2018) al consorzio <i>Battery 2030+</i> . La redazione ha visto anche momenti di confronto con la comunità di <i>stakeholder</i> : c’è stata una consultazione pubblica scritta dopo la pubblicazione della prima versione della <i>roadmap</i> avvenuta a luglio 2019. La seconda versione è stata presentata in un seminario a Bruxelles il 20/11/2019 che ha riunito un gran numero di parti interessate della comunità di ricerca, politica e industria.
CSA BATTERY 2030PLUS	Da settembre 2020 fino a luglio 2023 l’iniziativa <i>Battery 2030+</i> è sostenuta dalla nuova CSA BATTERY 2030PLUS [58], continuazione della CSA BATTERY 2030+. La nuova CSA coordinerà e fornirà supporto alle azioni di ricerca e innovazione su larga scala e lungo termine sulle batterie del consorzio <i>Battery 2030+</i> . Queste azioni si sono concretizzate attraverso sette progetti <i>Horizon 2020</i> di cui uno è la CSA BATTERY 2030PLUS a supporto di sei progetti R&I [59]: BIG-MAP, INSTABAT, SENSIBAT, SPARTACUS, BAT4EVER e HIDDEN. La professoressa Kristina Edström dell’Università di Uppsala in Svezia, che coordinava la precedente CSA, coordina anche l’iniziativa BATTERY 2030PLUS.

L’iniziativa *Battery 2030+* fornirà la conoscenza e le competenze per lo sviluppo di tecnologie rivoluzionarie scientifiche ed economiche all’industria europea delle batterie lungo tutta la catena del valore e consentirà la *leadership* europea a lungo termine nei mercati esistenti (ad es. trasporto su strada, stoccaggio stazionario di energia) e nelle future applicazioni emergenti (ad es. robotica, aerospaziale, dispositivi medici, internet delle cose).



Figura 8.1 – *Battery 2030+*: l’iniziativa e le CSA a supporto [Fonte ENEA da documenti interni del consorzio BATTERY 2030 PLUS].

Il consorzio della CSA BATTERY 2030PLUS è composto da 23 partner beneficiari, leader nei rispettivi settori, provenienti da 14 Paesi europei (Figura 8.2). È coordinato dall’Università di Uppsala.



Figura 8.2 – *Battery 2030+*: core partners del consorzio della CSA BATTERY 2030PLUS (BATTERY 2030+, 2019).

Le organizzazioni italiane che partecipano direttamente al consorzio sono il Politecnico di Torino ed ENEA.

8.1.1 Obiettivi dell’iniziativa

Il concetto alla base di *Battery 2030+* è quello di dare una spinta all’innovazione e alla ricerca sulle batterie (*ultrahigh-performance batteries*), lavorando, anche grazie agli strumenti *hardware* oggi disponibili, a una sorta di genoma delle interfacce e a una piattaforma che velocizzi la ricerca sui materiali migliori e più performanti. In sostanza, *Battery 2030+* si focalizza su tecnologie abilitanti: intelligenza artificiale (IA) e apprendimento automatico (ML), applicati anche al *modeling* di materiali. Questi concetti sono ben presenti anche in Mission Innovation – IC6 [60] ed EMIRI (*Energy Materials Industrial Research Initiative*) [61]. Inoltre, si dà ampio spazio alla sensoristica nelle singole celle, arrivando a implementare meccanismi di auto-riparazione (*self-healing*) delle batterie. Non da ultimo si vuole tener conto del lato più “industriale” e cioè di come tradurre l’innovazione velocemente in prodotto attraverso uno studio parallelo del *manufacturing*.

Si prefigura, quindi, una piattaforma di accelerazione per la ricerca sui materiali e per lo sviluppo di tecnologie *smart*. Il programma di ricerca proposto (riportato nel documento di “*vision*” [62]) copre l’intera catena del valore, dai materiali al riciclo, e si articola su 5 pilastri (rappresentati in Figura 8.3): *Design of Battery Materials*; *Interface Engineering*; *Smart Functionalities* (sviluppo e integrazione di BMS intelligenti e responsivi, tecnologie per il *self-healing* e *self-adaptation* etc); *Green And Flexible Manufacturing*; *Battery Recycling*.



Figura 8.3 – Rappresentazione schematica del programma di ricerca proposto da *Battery 2030+* che copre l’intera catena del valore e si articola su 5 pilastri.

Il consorzio *Battery 2030+* si pone in maniera complementare rispetto alle iniziative del SET Plan e della *European Battery Alliance*: si propone di superare i già ambiziosi obiettivi di prestazione delle batterie, concordati nel SET Plan *Action 7* e offre una visione di lungo termine più sfidante di quella della piattaforma *ETIP Batteries Europe*.

Con un focus su tematiche di ricerca e innovazione di tipo *disruptive*, (di rottura) *Battery 2030+* si propone di intercettare temi di ricerca e innovazione a basso TRL (1-3) da proporre come agenda di ricerca nei futuri *Work Programme* di *Horizon Europe*. Già le *call “Cross-cutting activities”* del *Work Programme 2018-2020* [63] rientrano sotto il capello *Battery 2030+*: nel testo è specificatamente richiesto ai consorzi nati con le *call LC-BAT-12/13/14* di coordinarsi e soprattutto di farlo attraverso la *CSA BATTERY 2030PLUS*, nata attraverso la *call LC-BAT-15*.

La CSA BATTERY 2030PLUS, che è la seconda azione di coordinamento e supporto all’iniziativa *Battery 2030+*, ha assunto il compito di aggiornare la *roadmap* di R&I e la sua implementazione.

La versione finale della *roadmap* [64] è stata pubblicata a marzo 2020. Essa identifica le azioni di ricerca per trasformare radicalmente il modo in cui sono scoperte, sviluppate e progettate batterie ad altissime prestazioni, durevoli, sicure, sostenibili e convenienti da utilizzare in applicazioni reali. Le direzioni di ricerca a lungo termine si basano su un approccio *chemistry neutral* che avrà un impatto non solo sulle attuali chimiche delle batterie al litio, ma anche sulle batterie post-litio e sulle future chimiche delle batterie ancora sconosciute. Nella *roadmap* sono presenti tre principali temi di ricerca (scoperta accelerata di interfacce e materiali della batteria; integrazione di funzionalità intelligenti; aree trasversali) e sei aree di ricerca (*Battery Interface Genome – BIG; Materials Acceleration Platform – MAP; Sensing; Self-healing; Manufacturability; Recycling*). La *roadmap* include anche obiettivi a breve e medio termine (oltre a quelli di lungo termine) per il progresso verso la visione di come inventare le batterie sostenibili del futuro.

La CSA BATTERY 2030PLUS ha anche il compito di coordinare le diverse azioni di collaborazione tra i consorzi finanziati nell'ambito di progetti di ricerca nati nel contesto delle call di *Horizon 2020* dedicate alla implementazione della roadmap (vedi tabella 8.2 e figura 8.4).

Tabella 8.2 – Battery 2030⁺: Progetti di ricerca H2020 le cui azioni di collaborazione sono supportate dalla CSA BATTERY 2030PLUS.

Progetto	Tema H2020	Coordinatore	Obiettivo
BIG-MAP	LC-BAT-12	DTU	Accelerare la scoperta dei materiali delle batterie e le interfacce
INSTABAT	LC-BAT-13	CEA	Integrazione di funzionalità intelligenti (focus sulla sensoristica)
SENSIBAT	LC-BAT-13	IKERLAN	Integrazione di funzionalità intelligenti (focus sulla sensoristica)
SPARTACUS	LC-BAT-13	Fraunhofer	Integrazione di funzionalità intelligenti (focus sulla sensoristica)
BAT4EVER	LC-BAT-14	VUB	Integrazione di funzionalità intelligenti (focus sulle funzionalità di auto-riparazione)
HIDDEN	LC-BAT-14	VTT	Integrazione di funzionalità intelligenti (focus sulle funzionalità di auto-riparazione)

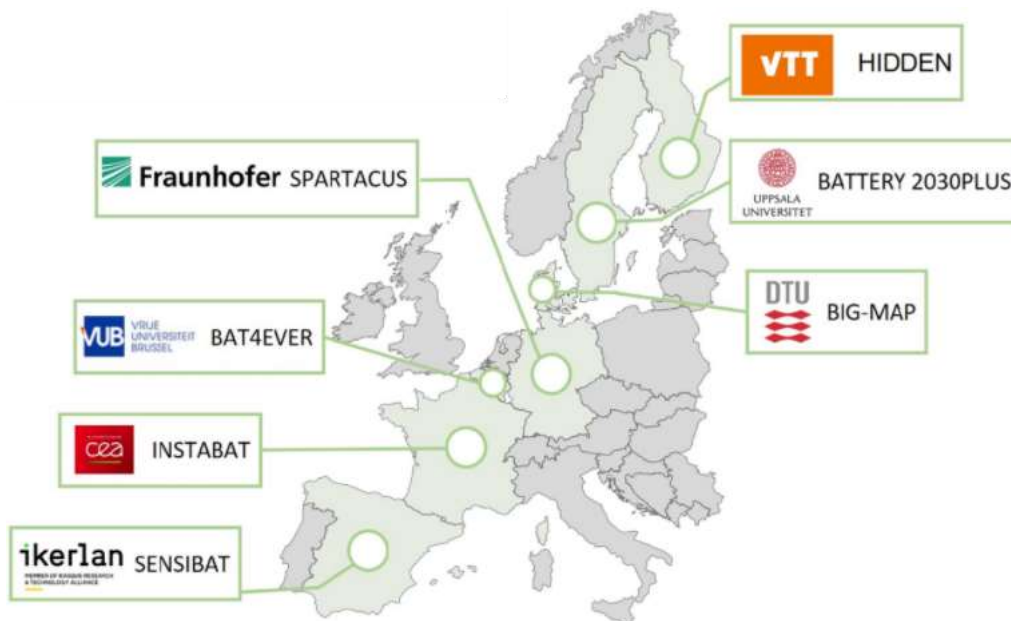


Figura 8.4 – Battery 2030⁺: i sei progetti che costituiscono l’iniziativa Battery 2030⁺ (BATTERY 2030+, 2019).

Un altro obiettivo della CSA BATTERY 2030PLUS è quello di contribuire alla creazione di competenze, sostenendo i programmi di studio europei, rafforzando la comunità delle batterie, facilitando la

comunicazione, il dialogo e la cooperazione su argomenti trasversali tra i diversi attori della catena del valore delle batterie.

Tutte le attività hanno l'obiettivo generale di facilitare il conseguimento degli obiettivi stabiliti nella *roadmap*. Compito della CSA BATTERY 2030PLUS è quello di aggiornare la *roadmap* in un processo iterativo, implementando contestualmente altre azioni: sviluppo delle linee guida sulla gestione dei dati, individuazione delle esigenze e lacune della ricerca, definizione dei programmi di studio, ecc., come mostrato in figura 8.5.

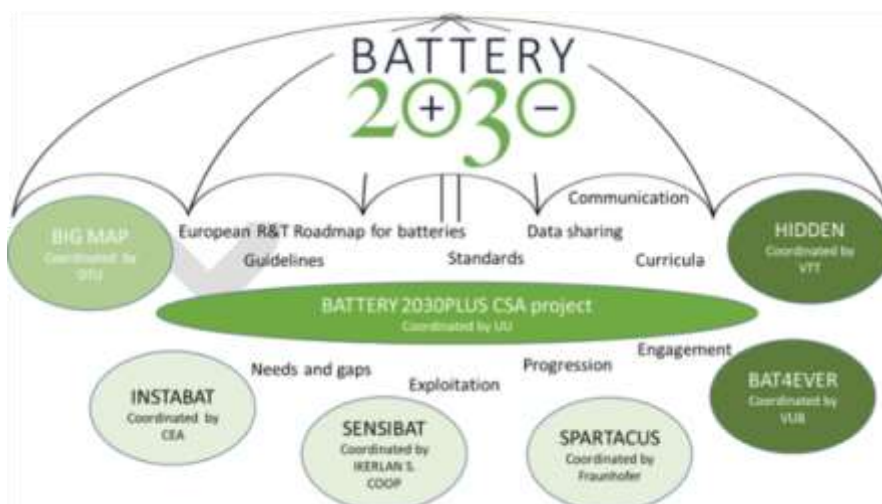


Figura 8.5 – *Battery 2030+*: i sei progetti che costituiscono l'iniziativa *Battery 2030+* e le attività congiunte [fonte ENEA da documenti interni del consorzio BATTERY 2030 PLUS].

9 Disseminazione

9.1 Nanoinnovation 2020

La quarta edizione di Nanoinnovation, Conference and Exhibition si è tenuta dal 15 al 18 settembre 2020 a Roma anche in modalità da remoto, dati i problemi dovuti alla pandemia in corso.

All'interno di Nanoinnovation, i giorni 17-18 settembre 2020, sono state ospitate 2 sezioni tematiche dal titolo "Tecnologie di accumulo dell'energia: batterie, super condensatori ed elettrolizzatori" e "Nuovi materiali per lo stoccaggio e la conversione di energia". La prima ha raccolto 15 interventi (in 3 sessioni) volti a dare una panoramica sulla ricerca nazionale sui temi più generali dell'accumulo di energia, tenendo conto del contesto europeo (European Green Deal), e preparando il tavolo per le future linee guida e le roadmap della ricerca. La seconda session ha visto 13 esperti del settore materiali per l'energia, esporre i risultati ottenuti in questo campo di ricerca: materiali nuovi e avanzati per lo stoccaggio e la conversione dell'energia, e metodi di caratterizzazione teorici e sperimentali. Il contesto a cui si riferivano le sezioni tematiche riguarda ovviamente gli ambiziosi obiettivi dell'Europa sono ridurre entro il 2030 le emissioni di gas serra del 40% rispetto al 1990 e raggiungere un'economia a emissioni zero entro il 2050. Inoltre, entro il 2050, le rinnovabili potrebbero raggiungere fino all'87% del mix elettrico, con eolico e solare a giocare un ruolo dominante. Rinnovabili a basso costo e domanda flessibile fanno da apripista ad un migliore sfruttamento di tutte le tecnologie di stoccaggio. Le batterie e i super condensatori, insieme all'idrogeno, avranno un ruolo fondamentale per spostare il sistema energetico europeo lontano dai combustibili fossili e dall'energia nucleare verso una società più pulita basata su energie rinnovabili variabili ed energia senza emissioni.

Il raggiungimento di questi ambiziosi obiettivi richiederà ulteriori investimenti nella ricerca e innovazione sui materiali avanzati, che rappresentano fino all'80% della tecnologia costi dei componenti. Il vantaggio non

riguarderà solo la prospettiva ambientale ed economica, ma creerà anche un vantaggio competitivo per l'Europa in un futuro in cui le tecnologie pulite sono indispensabili.

Il simposio è stato utilizzato come vetrina per mostrare le attività che si stanno portando avanti all'interno della Ricerca di Sistema. Infatti, al simposio sono stati invitati la maggior parte dei collaboratori universitari che partecipano alle attività PTR, che hanno presentato le loro ultime ricerche nel campo dell'accumulo elettrochimico.

9.2 Partecipazione a congressi, articoli, tesi e altro

Durante l'annualità le attività sono state divulgate mediante:

Lavori a stampa:

1. M.A. Navarra, A. Tsurumaki, F. M. Vitucci, A. Paolone, O. Palumbo, S. Panero. "A novel Li⁺-conducting polymer membrane gelled by fluorine-free electrolyte solutions for Li-ion batteries. *Batteries & Supercaps*, 3 (2020) 1112-1119.
2. A. Brilloni, F. Poli, G. E. Spina, D. Genovese, G. Pagnotta, F. Soavi, Improving the Electrical Percolating Network of Carbonaceous Slurries by Superconcentrated Electrolytes: An Electrochemical Impedance Spectroscopy Study, *ACS Applied Materials and Interfaces*, in pubblicazione (open access), DOI: <https://doi.org/10.1021/acsami.1c02439>.
3. M. Bellusci, E. Simonetti, M. De Francesco, G.B. Appetecchi. Ionic liquid electrolytes for safer and more reliable sodium battery systems. *Applied Sciences* 10 (2020) 6323 1-6.
4. Ana Belen Munoz-Garcia, Bernardino Tirri, Isaac Capone, Aleksandar Matic, Michele Pavone and Sergio Brutti. Structural evolution of disordered LiCo_{1/3}Fe_{1/3}Mn_{1/3}PO₄ in lithium batteries uncovered. *J. Mater. Chem. A*, 8 (2020) 19641.
5. Adriano Pierini, Sergio Brutti and Enrico Bodo. Superoxide Anion Disproportionation Induced by Li⁺ and H⁺: Pathways to 1O₂ Release in Li- O₂ Batteries. *ChemPhysChem* 21 (2020) 2060.
6. T. Stettner, G. Lingua, M. Falco, A. Balducci, C. Gerbaldi. Protic Ionic Liquids-Based Crosslinked Polymer Electrolytes: A New Class of Solid Electrolytes for Energy Storage Devices. *Energy Technology* 8 (2020) 2000742.
7. L. Lavagna, G. Meligrana, C. Gerbaldi, A. Tagliaferro, M. Bartoli. Graphene and lithium-based battery electrodes: A review of recent literature. *Energies* 13 (2020) 4867.
8. M. Falco, S. Palumbo, G. Lingua, L. Silvestri, M. Winter, R. Lin, V. Pellegrini, F. Bonaccorso, J.R. Nair, C. Gerbaldi. A bilayer polymer electrolyte encompassing pyrrolidinium-based RTIL for binder-free silicon few-layer graphene nanocomposite anodes for Li-ion battery. *Electrochemistry Communications* 118 (2020) 106807.
9. A. Massaro, A.B. Muñoz-García, P. Maddalena, F. Bella, G. Meligrana, C. Gerbaldi, M. Pavone. First-principles study of Na insertion at TiO₂ anatase surfaces: New hints for Na-ion battery design. *Nanoscale Advances* 2 (2020) 2745-2751
10. G. Meligrana, F. Colò, T. Platini, M. Bartoli, M. Falco, E. Maruccia, L. Fagiolari, G. Lingua, F. Bella, P. Jagdale, A. Tagliaferro, C. Gerbaldi. Cheap and easily processable electrode/electrolytes for next-generation sodium-ion batteries. *Renewable Energy and Power Quality Journal* 18 (2020) 475-476.
11. G. Piana, M. Ricciardi, F. Bella, R. Cucciniello, A. Proto, C. Gerbaldi. Poly(glycidyl ether)s recycling from industrial waste and feasibility study of reuse as electrolytes in sodium-based batteries. *Chemical Engineering Journal* 382 (2020) 122934.
12. A. Massaro, A. Pecoraro, A. B. Muñoz-García, M. Pavone. First-Principles Study of Na Intercalation and Diffusion Mechanisms at 2D MoS₂/Graphene Interfaces. *J. Phys. Chem C.*, 125 (2021) 2276-2286.
13. P. P. Prosinì, F. Rondino, M. Moreno, C. Cento, M. Ottaviani, A. Rufoloni, L. Pilloni, V. Orsetti and A. Santoni. Electrochemical characterization of Cu-catalyzed Si nanowires as an anode for lithium-ion cells, *Journal of Nanomaterials*, 2020 (2020) 4272090.
14. A. Carloni, F. Baronti, R. Di Rienzo, R. Roncella, R. Saletti. DC-link capacitor sizing method for a wireless power transfer circuit to be used in drone opportunity charging. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, S. Saponara, A. De Gloria (eds.) *Springer International Publishing*, 2020, 397-403.

15. A. Carloni, F. Baronti, R. Di Rienzo, R. Roncella, R. Saletti. Effect of the DC-Link Capacitor Size on the Wireless Inductive-Coupled Opportunity-Charging of a Drone Battery, *Energies, MDPI AG*, 13 (2020) 2621.
16. R. Morello, R. Di Rienzo, R. Roncella, R. Saletti, F. Baronti. Report on Lithium-ion battery ageing tests. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, W. Zamboni, G. Petrone, G. (Eds.) *Springer International Publishing*, 2020, 385-393
17. G.E. Spina, F. Poli, A. Brilloni, D. Marchese, F. Soavi. Natural Polymers for Green Supercapacitors, *Energies*, 13 (2020) 3115.
18. H. Darjazi, A. Staffolani, L. Sbrascini, L. Bottoni, R. Tossici, F. Nobili. Sustainable Anodes for Lithium- and Sodium-Ion Batteries Based on Coffee Ground-Derived Hard Carbon and Green Binders. *Energies*, 13 (2020) 6216.

Partecipazione a conferenza

1. ISE 2020 "71st Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry", Belgrado, Serbia, 30 Agosto – 4 Settembre 2020. Ruggero Poiana, Akiko Tsurumaki, Ernestino Lufano, Cataldo Simari, Isabella Nicotera, Maria Assunta Navarra. Preparation and properties of a versatile gel polymer electrolyte for safer high voltage lithium batteries. Poster.
2. Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician", nell'ambito del Progetto "Dipartimenti di Eccellenza 2018-2022". Università di Bologna (on-line meeting) 13 luglio 2020. Maria Assunta Navarra. Lithium ion batteries for a sustainable energy storage". Orale.
3. Nanoinnovation2020, La Sapienza University of Rome, Rome, September 15-18, 2020. Maria Assunta Navarra. Ca-batteries: an emerging storage technology. Orale.
4. Nanoinnovation2020, La Sapienza University of Rome, Rome, September 15-18, 2020. M. Bellusci, E. Simonetti, M. De Francesco, G.B. Appetecchi. Ionic liquid electrolytes for sodium battery systems. Orale.
5. Nanoinnovation2020, La Sapienza University of Rome, Rome, September 15-18, 2020. Morteza Rahmanipour, Giampaolo Lacarbonara, Catia Arbizzani. Modification of Lithium Metal Interphase for the Application in Lithium-Sulfur Batteries. Orale.
6. Nanoinnovation2020, La Sapienza University of Rome, Rome, September 15-18, 2020. Sergio Brutti. Gisel – Italian group for the electrochemical energy storage. Invited Talk.
7. Nanoinnovation2020, La Sapienza University of Rome, Rome, September 15-18, 2020. F. Soavi, A. Brilloni, F. Poli, D. Marchese, G. E. Spina. Energy Storage Technologies. Batteries, Supercaps and Electrolyser, part II, Water processable polymers for supercapacitors and Li-ion batteries. Orale.
8. Nanoinnovation2020, La Sapienza University of Rome, Rome, September 15-18, 2020. H. Darjazi, A. Staffolani, L. Sbrascini, F. Nobili, R. Tossici. Olive leaves derived hard carbon materials for Li/Na-ion battery and supercapacitor applications. Orale.
9. Nanoinnovation2020, La Sapienza University of Rome, Rome, September 15-18, 2020. Arcangelo Celeste, Vittorio Pellegrini, Sergio Brutti, Laura Silvestri. Lithium Rich Transition Metal Oxides as high-capacity positive electrode materials in Li-ion cells. Orale.
10. Nanoinnovation2020, La Sapienza University of Rome, Rome, September 15-18, 2020. Pier Paolo Prosinì. Italian National Collaborative Project on electrochemical energy storage: an overview. Orale.
11. Nanoinnovation2020, La Sapienza University of Rome, Rome, September 15-18, 2020. Claudia Paoletti, Francesca Anna Scaramuzza, Annalisa Aurora, Stefano Galli, Mauro Pasquali, Amedeo Masci, Pierpaolo Prosinì. Process scale-up for pilot scale production of lithium-ion electrode materials. Orale.
12. 7^{1st} Annual ISE Meeting, Belgrade Online, 31/8-4/9-2020. Morteza Rahmanipour, Giampaolo Lacarbonara, Catia Arbizzani. Lithium Interphase Enhancement for the Applications in Lithium-Sulfur Batteries. Invited Talk.
13. 21st ABAF Advanced Batteries, Accumulators and Fuel Cells, in Brno 2020 September 6th to 9th. Julia Amici. Solid Composite Polymer Electrolytes for High Energy Density and Safe Lithium Metal Cells. Orale.
14. Gisel Workshop, Online, 2021 February 24th. Julia Amici. Composite solid electrolytes to enhance Lithium-metal cells safety. Orale.
15. Li Battery: Powering the IoT (online event) 20 aprile 2020 F. Colò, S. Brutti M. Destro, C. Gerbaldi. Li-based batteries into the future: present status, trends & next challenges. Invited Talk.

16. Congresso internazionale Towards Futuristic Energy Storage; paving its way through Supercapacitors, Li-ion batteries and beyond, Tours (Francia), gennaio 22-24, 2020. Gerbaldi, M. Falco, F. Colò, G. Lingua, F. Bella, G. Meligrana. Hybrid polymer electrolytes based on UV cross-linked polymer matrixes for solid-state batteries operating at ambient temperature. Orale.
17. Congresso internazionale Towards Futuristic Energy Storage; paving its way through Supercapacitors, Li-ion batteries and beyond, Tours (Francia), gennaio 22-24, 2020. G. Meligrana, F. Colò, M. Falco, G. Lingua, T. Platini, F. Bella, C. Gerbaldi. New approaches with solid-like polymer electrolytes for safe and low-cost Na-ion cells working at ambient temperature. Orale.
18. Congresso internazionale Towards Futuristic Energy Storage; paving its way through Supercapacitors, Li-ion batteries and beyond, Tours (Francia), gennaio 22-24, 2020. G. Lingua, A.S. Shaplov, C. Gerbaldi. Innovative single ion conducting solid electrolytes for safe, high performing energy storage devices. Orale.
19. 18th International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'20), tenutosi a Granada (Spagna), 2-4 settembre 2020. G. Meligrana, F. Colò, T. Platini, M. Bartoli, M. Falco, E. Maruccia, L. Fagiolari, G. Lingua, F. Bella, P. Jagdale, A. Tagliaferro, C. Gerbaldi Cheap and easily processable electrode/electrolytes for next-generation sodium-ion batteries. Orale.
20. Congresso internazionale Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry – ISE 2020, tenutosi a Belgrado (Serbia) 30 agosto - 4 settembre 2020. T. Stettner, G. Lingua, M. Falco, C. Gerbaldi, A. Balducci. Crosslinked polymer electrolytes encompassing protic ionic liquids: a new class of solid electrolytes for energy storage devices. Orale.
21. Virtual workshop from Physical Chemistry Division of Italian Chemical Society (SCI). A. Massaro, A. Pecoraro, A. B. Muñoz-García, M. Pavone Na intercalation and diffusion mechanisms at 2D MoS₂/Graphene interfaces: new insights from first principles calculations. Orale.
22. 71st Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, 30/8- 4/9/2020 Belgrad. G. E. Spina, F. Poli, A. Brilloni, D. Marchese, F. Soavi. Pullulan as green components for supercapacitors. Orale.
23. 71st Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, 30/8- 4/9/2020 Belgrad. A. Brilloni, F. Poli, G. E. Spina, F. Soavi. Novel water processable binder for high potential Li-ion battery cathodes. Orale.
24. IWES2021 First Italian workshop on energy storage, 24-26 February 2021, Italia. A. Staffolani, H. Darjazi, L. Sbrascini, L. Bottoni, R. Tossici, F. Nobili. Fast charging anode for LIBs and NIBs based on Fe₃O₄/rGO: Synthesis and characterization. Orale.
25. Enerchem-2, Padova, 12-14/2/2020, Italy. F. Nobili, F. Maroni, G. Carbonari, L. Sbrascini, A. Staffolani. Enhancing performance and stability of nanocomposite alloying anodes for Li-ion batteries. Orale.
26. Enerchem-2, Padova, 12-14/2/2020, Italy. L. Sbrascini, A. Staffolani, F. Nobili. SnO₂-based composite anodes for high energy density LIBs. Poster.
27. 2nd IEEE International Conference on Industrial Electronics for Sustainable Energy Systems (IESES), IEEE, 2020. A. Carloni, R. Di Rienzo, F. Baronti, R. Roncella, R. Saletti. Modeling the Load Equivalent Resistance of a Series-Series Inductive-Coupled Resonant Wireless Power Transfer System. Orale.
28. 2nd IEEE International Conference on Industrial Electronics for Sustainable Energy Systems (IESES), IEEE, 2020
29. 2nd IEEE International Conference on Industrial Electronics for Sustainable Energy Systems (IESES), IEEE, 2020. R. Di Rienzo, M. Zeni, F. Baronti, R. Roncella, R. Saletti. Passive balancing algorithm for charge equalization of series connected battery cells.
30. 2nd IEEE International Conference on Industrial Electronics for Sustainable Energy Systems (IESES), IEEE, 2020. A. Verani, G. Fieramosca, A. Colicelli, R. Di Rienzo, R. Saletti, R. Roncella, R. Schwarz, V. Lorentz, F. Baronti. FPGA Accelerator for Battery Management Systems in Safety-Critical Applications.

Articoli sottomessi o in corso di pubblicazione

1. M. Ottaviani, F. Rondino, M. Moreno, P. Reale, P.P. Prosinì, K. Stokes, H. Geaney, A. Santoni, K.M. Ryan, M. Pasquali. Study on the Growth Parameters Control for CVD Growth of SiNWs@C Architectures for Advanced LiBs. Submitted.

2. M. Ottaviani, D. Storan, S. Killian, F. Rondino, P. Reale, A. Santoni, P.P. Prosini, M. Pasquali H. Geaney, K.M. Ryan, Fast and Scalable Synthesis of Carbon-Silicon NWs for High-performing Anodes. Submitted.
3. M. Ottaviani, M. Cornago, A.A. Syed, A. Sankaran, I. Aminu, H. Geaney, M. Pasquali, K.M. Ryan, Silicon Nanowires for Advanced LIBs: Mechanistic Insight into their Synthesis, Lithiation and SEI Formation. Submitted.
4. R. Poiana, E. Lufano, A. Tsurumaki, C. Simari, I. Nicotera and M. A. Navarra. Stable and Versatile Gel Polymer Electrolytes for High Voltage Li-batteries. Journal of Power Sources, 2021. Submitted.
5. G. Maresca, A. Tsurumaki, N. Suzuki, K. Yoshida, F. Croce, S. Panero, Y. Aihara, M. A. Navarra. Enhanced cycling performances of Sn-C composite anodes in all-solid-state batteries with sulfide-based glass electrolytes. Electrochimica Acta, 2021. Under review.
6. M. Rahmanipour, G. Lacarbonara, C. Arbizzani. Lithium Interphase Enhancement for the Applications in Lithium-Sulfur Batteries. Submitted.
7. A. Massaro, A. B. Muñoz-García, M. Tuccillo, M. Pavone and P. P. Prosini. Ab Initio Study of Li/Ni Doped Na_xMeO_2 Cathode Material for Na-Ion Batteries. Submitted.
8. A. Massaro, A. B. Muñoz-García, P. P. Prosini, C. Gerbaldi and M. Pavone. Unveiling oxygen redox activity in P2-type $\text{Na}_x\text{Ni}_{0.25}\text{Mn}_{0.68}\text{O}_2$ high-energy cathode for Na-ion batteries Submitted.

Tesi di laurea

1. *Antonio De Marco*. La protezione del litio metallico per aumentare la sicurezza e le prestazioni delle batterie litio/zolfo (Relatore: C. Arbizzani), settembre 2020.
2. *Luca Bargnesi*. Caratterizzazione di elettroliti acquosi per batterie sodio-ione sostenibili (Relatore: C. Arbizzani), marzo 2021.

10 Conclusioni

Come negli anni precedenti, l'ENEA ed i partner Universitari beneficiari hanno partecipato attivamente a diverse iniziative e collaborazioni internazionali, utilizzate da una parte per divulgare le attività portate avanti all'interno del Programma "Ricerca di Sistema Elettrico" e dall'altra per dare un giusto indirizzo alle attività proposte al Ministero. Inoltre, il dialogo con partner stranieri è stato fondamentale per trovare le giuste sinergie in vista di possibili cooperazioni internazionali. Le collaborazioni sviluppate ed avviate in iniziative europee hanno avuto il pregio di permettere, non soltanto l'integrazione tra iniziative nazionali e quelle comunitarie, ma anche la definizione del contesto di riferimento dei SdA. I numerosi documenti di "roadmap", "implementation plan", "white paper" sviluppati nei tavoli di lavoro del SET-Plan, delle piattaforme ETIP, delle alleanze EERA, dell'iniziativa EBA, di Battery 2030+, rappresentano i più autorevoli strumenti di pianificazione delle attività di ricerca e sviluppo che riguardano i SdA. ENEA, RSE e CNR, grazie alla partecipazione attiva a queste iniziative, hanno potuto mantenere ben presente il contesto e i risultati della ricerca europea e internazionale nonché agli interessi dei diversi *stakeholder* coinvolti e riportarli nel proprio lavoro per la RdS.

Per quanto riguarda la divulgazione scientifica in totale sono stati realizzati 18 +8 lavori a stampa con il metodo della peer review, i resoconti congiunti RSE-ENEA-CNR sulle attività europee e internazionali, 2 tesi di laurea e 30 partecipazioni a conferenze nazionali ed internazionali nelle quali sono stati presentati i lavori svolti all'interno dell'accordo di Programma.

11 Riferimenti

1. https://ec.europa.eu/energy/topics/technology-and-innovation/strategic-energy-technology-plan_en
2. European Battery Alliance, «Home Page,» 2017. [Online]. Available: <https://www.eba250.com/>
3. European Commission, «European Battery Alliance» 2017. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/european-battery-alliance_en
4. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it
5. European Investment Bank (EIB), «EFSI - European Fund for Strategic Investments,» 2018. [Online]. Available: <https://www.eib.org/en/efsi/index.htm>
6. European Investment Bank (EIB), «European Investment Fund (EIF),» 1993 . [Online]. Available: <https://www.eif.org/index.htm>
7. European Battery Alliance (EBA), «Value chain,» 2019. [Online]. Available: <https://www.eba250.com/about-eba250/value-chain/>
8. <https://www.eba250.com/>
9. <https://www.innoenergy.com/>
10. <https://www.eba250.com/about-eba250/network/>
11. BA250, «PRIORITY ACTIONS,» 2018. [Online]. Available: <https://www.eba250.com/actions-projects/priority-actions/>
12. InnoEnergy, «EBA250 meeting – Launching the EBA250 Business Investment Platform (BIP@EBA),» Bruxelles, 25/09/2019
13. <https://www.eba250.com/tag/gigafactory/>
14. La Repubblica, «Quindici Giga-Factory in costruzione in Europa,» La Repubblica - Economia&Finanza, 14 Dic. 2020. [Online]. Available: <https://www.repubblica.it/economia/rapporti/energitalia/lascossa/2020/12/14/news/quindici-giga-factory-in-costruzione-in-europa-278333864/>
15. <https://northvolt.com/production/>
16. Johnson Matthey, «Johnson Matthey's battery materials plant in Konin, Poland, to be 100% powered by renewable electricity,» 19 Jan. 2021. [Online]. Available: <https://matthey.com/en/news/2021/konin-renewable-energy-battery-materials>
17. Quattroruote, «News: Seri industrial - La prima "Gigafactory" italiana sorgerà in Campania,» 29 Dec. 2020. [Online]. Available: <https://www.quattroruote.it/news/industria-finanza/2020/12/28/batterie-teverola-prima-gigafactory-italiana-sud-seri-industrial-faa.html>.
18. Italtvolt, «ITALVOLT REALIZZERÀ LA PRIMA GIGAFACTORY IN ITALIA,» 15 Feb. 2021. [Online]. Available: <https://italvolt.com/batterie-a-ioni-di-litio-per-veicoli-elettrici>
19. Il sole 24 ore, «Italtvolt, gigafactory di lavoro nella ex Olivetti di Scarmagno,» 19 Feb. 2021. [Online]. Available: https://www.ilsole24ore.com/art/auto-elettriche-gigafactory-italvolt-4mila-mila-posti-lavoro-nascera-area-ex-olivetti-scarmagno-ADHnqiKB?refresh_ce=1
20. EBA250, «BUSINESS INVESTMENT PLATFORM,» 2019. [Online]. Available: <https://www.eba250.com/actions-projects/business-investment-platform/>
21. <https://www.eba250.com/events/>
22. EIT InnoEnergy, «The latest battery industry development in Europe and the impact of COVID 19,» in *EBA250 Virtual Meetup*, 27/05/2020

23. BlueSolutions, «The Battery package,» in *EBA250 Virtual Meetup: EU sustainability legislation for batteries and its impact on the European battery industry*, 01/07/2020
24. EIT InnoEnergy, «Raw Materials for the European Battery Industry,» in *EBA250 Virtual Meetup*, 23/09/2020
25. EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL, *Proposal for a regulation concerning batteries and waste batteries, repealing Directive 2006/66/EC and amending Regulation (EU) No 2019/1020*, Bruxelles, 2020
26. EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL, *DIRECTIVE 2006/66/EC*, Bruxelles, 2006.
27. European Commission, «Proposal for a Regulation on Batteries,» in *EBA250 virtual meet-up*, 15/12/2020
28. EUROPEAN COMMISSION Directorate General Competition, *EU rules for Important Projects Of Common European Interest (IPCEI)*, Brussels, 10 May 2019
29. EUROPEAN COMMISSION, *Communication — Investing in a smart, innovative and sustainable Industry A renewed EU Industrial Policy Strategy (COM/2017/0479 final)*, Brussels, 2017
30. EUROPEAN COMMISSION, «Strengthening Strategic Value Chains for a future-ready EU Industry: Report of the Strategic Forum for Important Project of Common European Interest,» 2019
31. Ministero dello Sviluppo Economico, «Notizia: Via libera dell'UE al progetto integrato sulle batterie di Belgio, Finlandia, Francia, Germania, Italia, Polonia e Svezia,» 09 Dicembre 2019. [Online]. Available: <https://www.mise.gov.it/index.php/it/per-i-media/notizie/it/198-notizie-stampa/2040578-via-libera-dell-ue-al-progetto-integrato-sulle-batterie-di-belgio-finlandia-francia-germania-italia-polonia-e-svezia>
32. European Commission, «Press corner - State aid: Commission approves aid in battery value chain,» 26 Jan. 2021. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_226. [Consultato il giorno 23 Mar. 2021]; EBA250, «EU approves €2.9 billion state aid for a second Pan-European research and innovation project along the entire battery value chain,» 26 Jan. 2021. [Online]. Available: <https://www.eba250.com/tag/ipcei/>
33. European Commission, «SET-Plan ACTION n°7 – Declaration of Intent – "Become competitive in the global battery sector to drive e-mobility forward",» 2016
34. European Commission, «Towards an Integrated Strategic Energy Technology (SET) Plan: Accelerating the European Energy System Transformation,» C6317, 2015
35. Temporary Working Group 7, «SET Plan Implementation Plan Action n.7 - Become competitive in the global battery sector to drive e-mobility and stationary storage forward,» 2017
36. European Commission, « Innovation Fund: Small-scale projects (Call for proposals),» Dec. 2020. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/inea/en/innovation-fund/call-for-proposals/small-scale-projects>. [Consultato il giorno 22 Jan. 2021]
37. Ministero dello Sviluppo Economico, «Notizie Energia: nasce la "Italian Battery Alliance", piattaforma nazionale per batterie avanzate,» 3 Luglio 2020. [Online]. Available: <https://www.mise.gov.it/index.php/it/per-i-media/notizie/2041251-energia-nasce-la-italian-battery-alliance-piattaforma-nazionale-per-batterie-avanzate>
38. ETIP-SNET, «Home Page,» 2017. [Online]. Available: <https://www.etip-snet.eu/>
39. European Commission, «Batteries Europe,» 2019. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/energy/topics/technology-and-innovation/batteries-europe_en.
40. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_940

41. https://ec.europa.eu/energy/topics/technology-and-innovation/batteries-europe/news-articles-and-publications/sra_en
42. World Economic Forum Report
[http://www3.weforum.org/docs/WEF A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030 Report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_A_Vision_for_a_Sustainable_Battery_Value_Chain_in_2030_Report.pdf)
43. EU Commission
https://ec.europa.eu/growth/sectors/automotive_en#:~:text=The%20automotive%20industry%20is%20crucial,of%20EU%20employment%20in%20manufacturing
44. <https://www.eera-set.eu/>
45. <https://www.eera-set.eu/research/joint-programmes.html>.
46. <https://www.eera-energystorage.eu/>
47. <https://www.eera-energystorage.eu/about/members.html>
48. <https://www.eera-energystorage.eu/about/team.html>
49. <https://www.eera-energystorage.eu/about/sub-programmes.html>
50. <https://www.eera-energystorage.eu/mobility-scheme.html>.
51. European Commission, «Topic: LC-GD-9-1-2020 - European Research Infrastructures capacities and services to address European Green Deal challenges,» 22 Sep. 2020. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/lc-gd-9-1-2020>.
52. <https://www.eera-energystorage.eu/stories.html>.
53. <https://www.esfri.eu/>
54. <https://ease-storage.eu/>
55. Battery 2030+, «Home Page,» 2018. [Online]. Available: <https://battery2030.eu/>
56. Battery 2030+, «Manifesto: European scientific leadership,» 2018.
57. Battery 2030+ , «Roadmap: inventing the sustainable batteries of the future – research needs and future actions,» 2020
58. Battery 2030+, «Home Page,» 2018. [Online]. Available: <https://battery2030.eu/>
59. Battery 2030+, «RESEARCH PROJECTS,» 2020. [Online]. Available: <https://battery2030.eu/research/research-projects/>
60. <http://mission-innovation.net/our-work/innovation-challenges/clean-energy-materials/>
61. <https://emiri.eu>
62. BATTERY 2030+ Consortium, *BATTERY 2030+ Vision - At the Heart of a Connected Green Society*, Draft document 14 Nov. 2018 (after Vienna Workshop), 2018
63. European Commission, *Horizon 2020 - Work Programme 2018-2020 - 20. Cross-cutting activities*, European Commission Decision C(2018)4708 of 24 July 2018, 2018
64. Battery 2030+ , «Roadmap: inventing the sustainable batteries of the future – research needs and future actions,» 2020

12 Abbreviazioni ed acronimi

AI	Artificial Intelligence
AC	Stati Associati
AMBP	Advanced Materials for Batteries Platform
BEI	Banca Europea per gli Investimenti
BIG	Battery Interface Genome
BMS	Battery Management System

CRM	Critical Raw Material
CSA	Coordination and Support Action
CTNE	Cluster Tecnologico Nazionale Energia
DSO	Operatore del Sistema di Distribuzione dell'Energia
EASE	<i>European Association for the Storage of Energy</i>
EBA	European Battery Alliance
EBRA	<i>European Battery Recycling Association</i>
EC	European Commission
ECES	Energy Conservation through Energy Storage
EERA	<i>European Energy Research Alliance</i>
EES	Electrochemical Energy Storage
EFSI	<i>European Fund for Strategic Investments</i>
EGVIA	<i>European Green Vehicles Initiative Association</i>
EIB	<i>European Investment Banks Fund</i>
EIF	<i>Fondo Europeo per l'Innovazione</i>
EIT	Istituto europeo per l'innovazione e la tecnologia
EMIRI	<i>Energy Materials Industrial Research Initiative</i>
ETIP	<i>European Technologies and Innovation Platform</i>
EUROBAT	<i>Association of European Automotive and Industrial Battery Manufacturers</i>
FET	<i>Future Emerging Technologies</i>
KPI	key performance indicator
IPCEI	<i>Important Projects of Common European Interest</i>
IA	Implementing Agreement
IC	<i>Innovation Challenge</i>
IEA	International Energy Agency
IL	Liquidi Ionici
IP	<i>Intellectual Property</i>
IWG	<i>Implementation Working Group</i>
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i>
LIB	Batterie litio-ione
LMNO	Litio Manganese Nickel Ossido
MAP	<i>Materials Acceleration Platform</i>
MI	<i>Mission Innovation</i>
ML	machine learning
MS	Stati Membri
NIB	Batterie Sodio-ione
NMC	Litio Nickel Manganese Cobalto Ossido
NW	Nano-fili
OEM	produttore di apparecchiature originali
PMI	Piccole e Medie Imprese
R&D	Ricerca e Sviluppo
R&I	ricerca e innovazione
RdS	Ricerca di Sistema
RGO	ossido di grafene ridotto
RIA	azioni di ricerca e innovazione
RECHARGE	<i>Advanced Rechargeable and Lithium Batteries Association</i>
SBAI	Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria
SdA	<i>Sistemi di Accumulo</i>
SEI	<i>Solid Electrolyte Interface</i>

SEM	<i>Microscopia a scansione elettronica</i>
SEN	Strategia Energetica Nazionale
SET-Plan	<i>Strategic Energy Technology Plan</i>
SRIA	<i>Agenda strategica di ricerca e innovazione</i>
TRL	Technology Readiness Level
TSO	Operatore del Sistema di Trasporto dell'Energia
TWG	<i>Temporary Working Group</i>
XRD	Diffrazione a raggi X