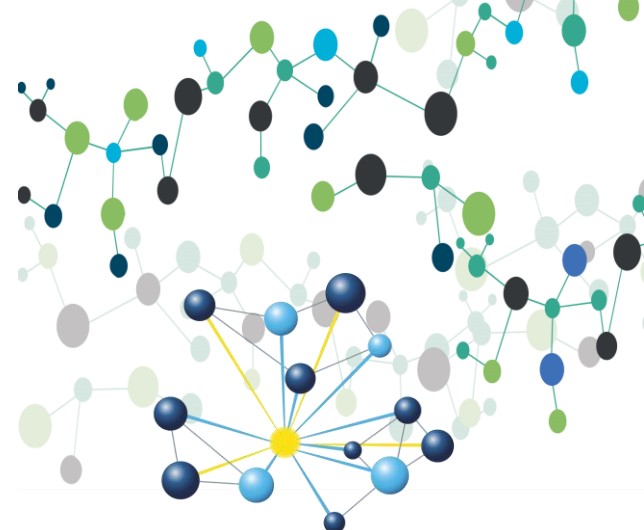




UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



Università degli Studi di Pavia



VANGUARD INITIATIVE

New growth through smart specialisation

Challenge, best practice e iniziative lombarde sulle Batterie


Accordo ECO-CIRC verso un HUB Regionale per l'Economia Circolare di Regione Lombardia

- Politecnico di Milano: M. Colledani, T. Tolio, F. Braghin, P. Saccomandi, M. Guagliano, M. Urgo (DMEC), S. Turri (DCMC), A. Casalegno (DENG), P. Trucco (DIG).
- Università degli Studi di Milano: M. Benaglia
- Università degli Studi di Milano-Bicocca: P. Mustarelli
- Università degli Studi di Pavia: E. Quartarone, G. Zanoni, G. Grancini, M. Alvaro
- STIIMA-CNR: N. Pedrocchi, G. Copani

in collaborazione con



 **Chiuso** MANIFESTAZIONE DI INTERESSE

 *Economia Circolare*

Realizzazione di un Hub regionale per l'economia circolare - Avviso pubblico a manifestare interesse

 Imprese

Codice: RLR12020015182

Domande dal: 12/11/2020 , ore 12:00

Scade il: 02/12/2020 , ore 14:00



Università e centri di ricerca pubblici lombardi sono invitati a manifestare proprio interesse con Regione Lombardia nell'ambito del "Programma degli interventi per la ripresa economica" (DGR 3531/2020) a porre le basi per la realizzazione di un Hub regionale per l'economia circolare.

ENTE RESPONSABILE



<https://www.openinnovation.regione.lombardia.it/b/572/regione-e-atenei-milioni-per-r-i-a-sostegno-dell-economia-circolare>

in collaborazione con

HUB per Economia Circolare Regione Lombardia



Disassemblaggio semi-automatico componenti meccatronici e moduli batteria. Separazione e pre-trattamenti meccanici innovativi. Remanufacturing e coating. Re-processing di plastiche e compositi di recupero. Testing e caratterizzazione.



Recupero chimico materiali attivi da batterie. Recupero key metals da frazione elettronica e motori elettrici.



UNIVERSITÀ
DI PAVIA



Riuso di materiali catodici rigenerati e caratterizzazione.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

Recupero key metals da frazione elettronica.



Sistemi e Tecnologie Industriali Intelligenti
per il Manifatturiero Avanzato
Consiglio Nazionale delle Ricerche

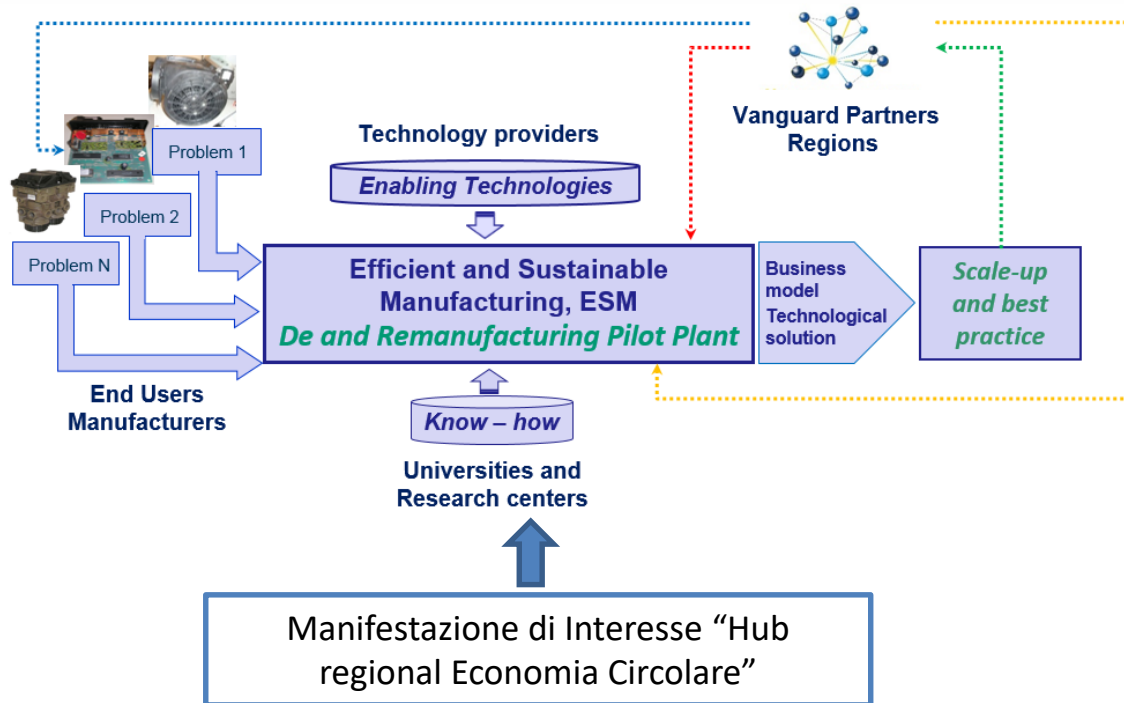
Disassemblaggio robotizzato pacchi batteria.

in collaborazione con



Vanguard Initiative demo-case “De-and Remanufacturing for Circular Economy” within pilot ESM – Efficient Sustainable Manufacturing

The main objective of the De-and Remanufacturing pilot network is to *integrate* a multidisciplinary set of *advanced and innovative enabling technologies and digital innovations* (TRL 7-8) and to exploit the *regional Smart Specializations* in synergic way to offer services to European end-users, mainly manufacturing companies, to solve specific *sustainability-oriented problems* related to their products.

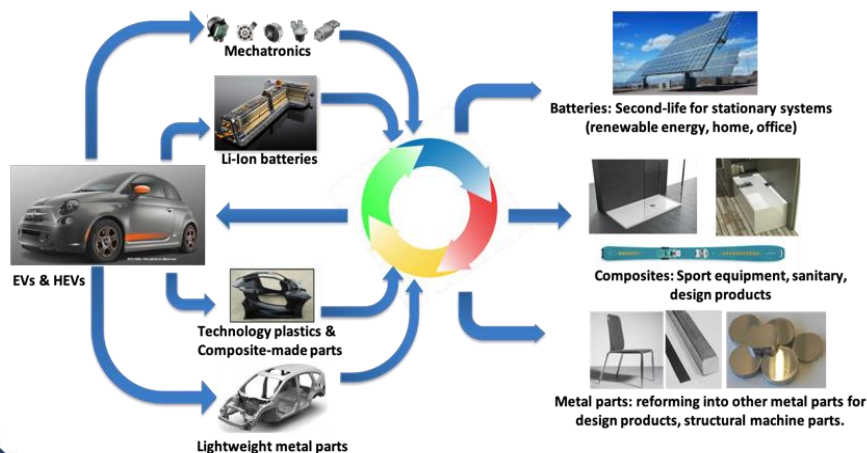


Selected within Pilot actions for "Interregional innovation projects" by the DG Regio and TAF Service by DG Grow

The pilot network nodes will act as *Innovation Hubs for Circular Economy*, being a network of competence and technology centers and supporting future producer-driven replication at industrial scale (TRL 9).

Obiettivo tecnico della proposta: approccio cross-settoriale al recupero di valore e funzioni da componenti post-uso e-mobility

La proposta di collaborazione ha l'obiettivo di investigare e dimostrare nuovi modelli di business e catene del valore circolari ad alto valore aggiunto per il settore dell'e-mobility, attraverso le capabilities offerte dall'infrastruttura di ricerca e innovazione e l'ambizioso programma di ricerca proposto. Le attività di ricerca, innovazione e dimostrazione a TRL 5-7 svilupperanno soluzioni circolari applicate ai componenti più strategici dei veicoli elettrici e ibridi.



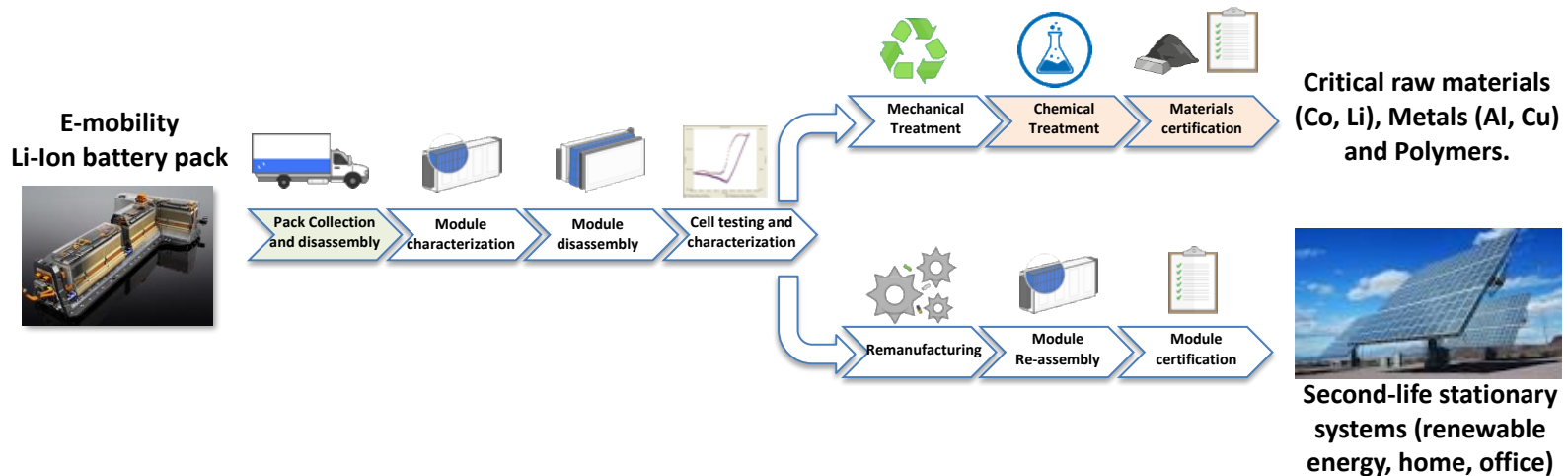
Regional/Cross-Regional Use Case	Involved Regions
Composite Recovery from Wind Energy System	<u>Basque Countries</u> , Saxony, Lombardy, Tampere, Scotland
Heavy machinery components remanufacturing	<u>Tampere</u> , Basque Countries, Lombardy, Saxony
Automotive parts remanufacturing	<u>Scotland</u> , Lombardy, Saxony, Norte
High-value TLC systems and Electronics Recovery	<u>Lombardy</u> , Tampere
Metal components reprocessing	<u>Saxony</u> , Tampere, Lombardy
Remanufacturing of e-motors	<u>Saxony</u> , Lombardy, Norte
Plastics recycling from WEEE	<u>Flanders</u> , Lombardy
E-mobility batteries remanufacturing for re-use	<u>Lombardy</u> , Saxony
Photovoltaic panels de-manufacturing	<u>Flanders</u> , Lombardy
Remanufacturing and retrofit of machine tools	<u>Emilia Romagna</u> , Lombardy

Proposta sinergica con 7 dei 10 use-case VI "De-and Remanufacturing for Circular Economy"

L'azione favorirà quindi la transizione a nuovi modelli di economia circolare cross-settoriali nella mobilità sostenibile.

Sinergie identificate tra i proponenti lungo le value-chains

Li-Ion Batteries



Characteristics:

- Average life-time 8 years.
- Current cost 150 Euro kWh.
- Residual capacity >80% (24 kWh on average).
- Warranty for manufacturers usually for 5 years (e.g. Tesla, Nissan).



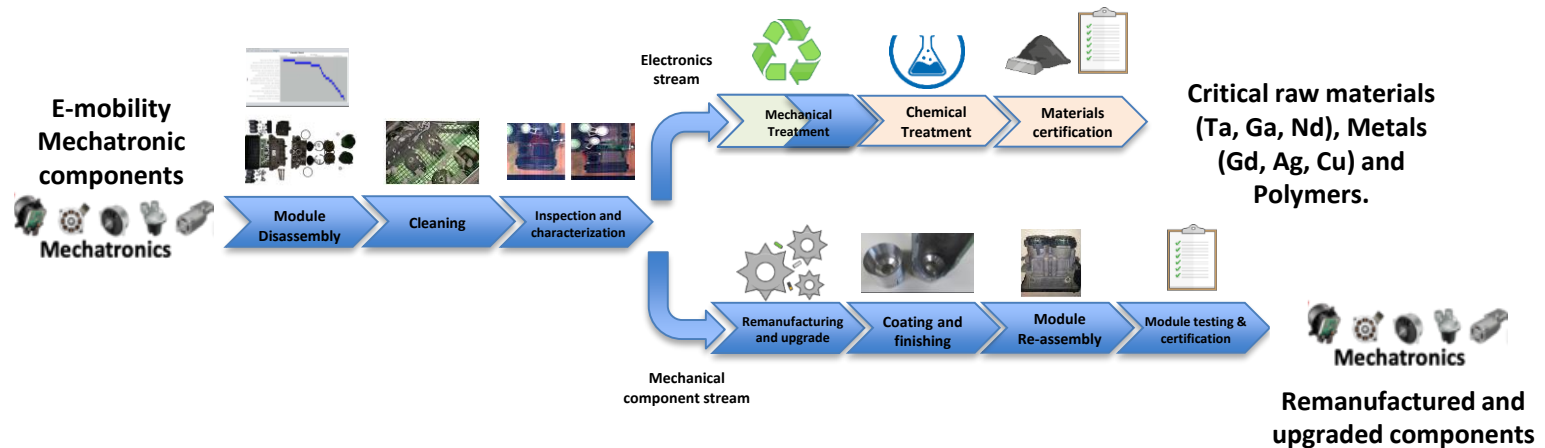
Politecnico di Milano

Stiima-CNR

UniPV+UniMib+UniMi

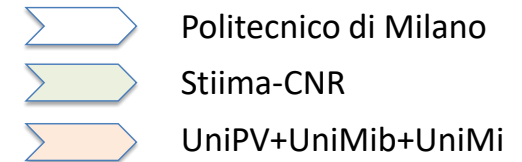
Sinergie identificate tra i proponenti lungo le value-chains

Mechatronics



Characteristics:

- Remanufacturing for function restore and upgrade.
- Typical remanufactured component price 60%-80% of the new product.
- Reduction of materials >80%, reduction of energy >60% (with respect of new parts).
- Warranty from manufacturers on remanufactured components.



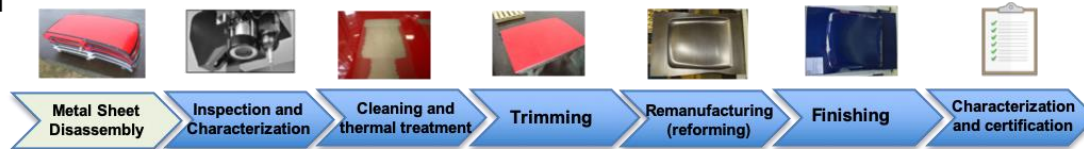
Sinergie identificate tra i proponenti lungo le value-chains

Light-weight metal parts

E-mobility Lightweight metal parts



Lightweight metal parts



Cross-sectorial re-use of lightweight metals



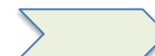
Metal parts: reforming into other metal parts for design products, structural machine parts.

Characteristics:

- Re-use of lightweight metal sheets without re-melting.
- Economic and environmental benefits.
- Potential re-use in the automotive sector (e.g. Fontana case).
- Potentially extendible to other sectors using metal sheets.



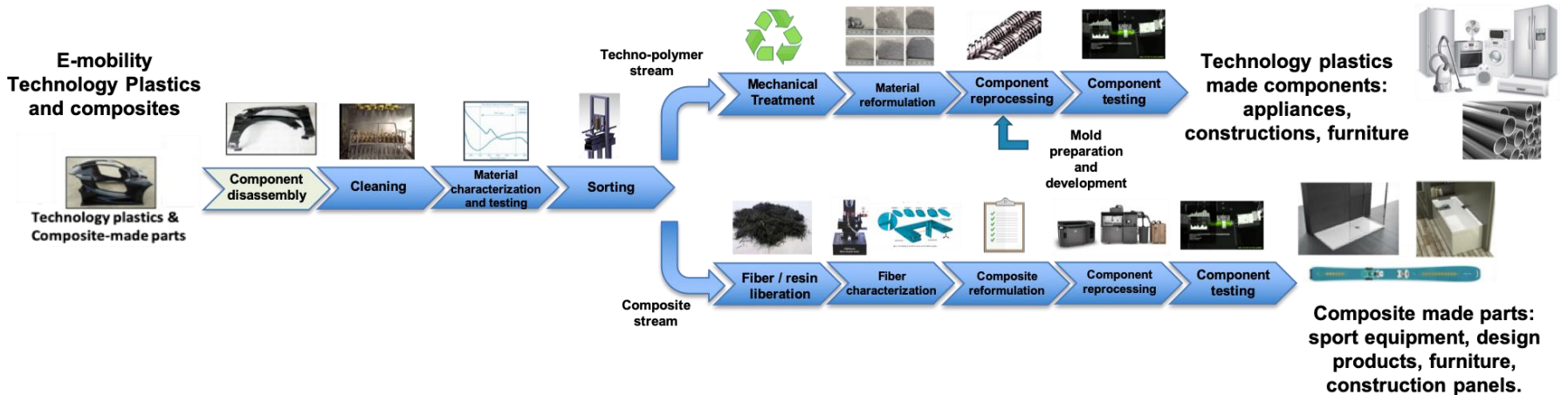
Politecnico di Milano



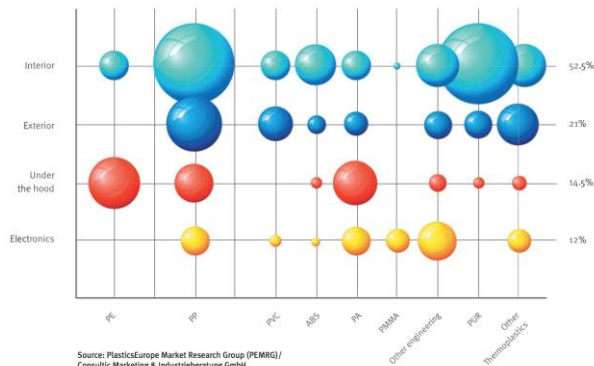
Stiima-CNR

Sinergie identificate tra i proponenti lungo le value-chains

Technology Plastics and Composite-made parts



Politecnico di Milano
Stiima-CNR

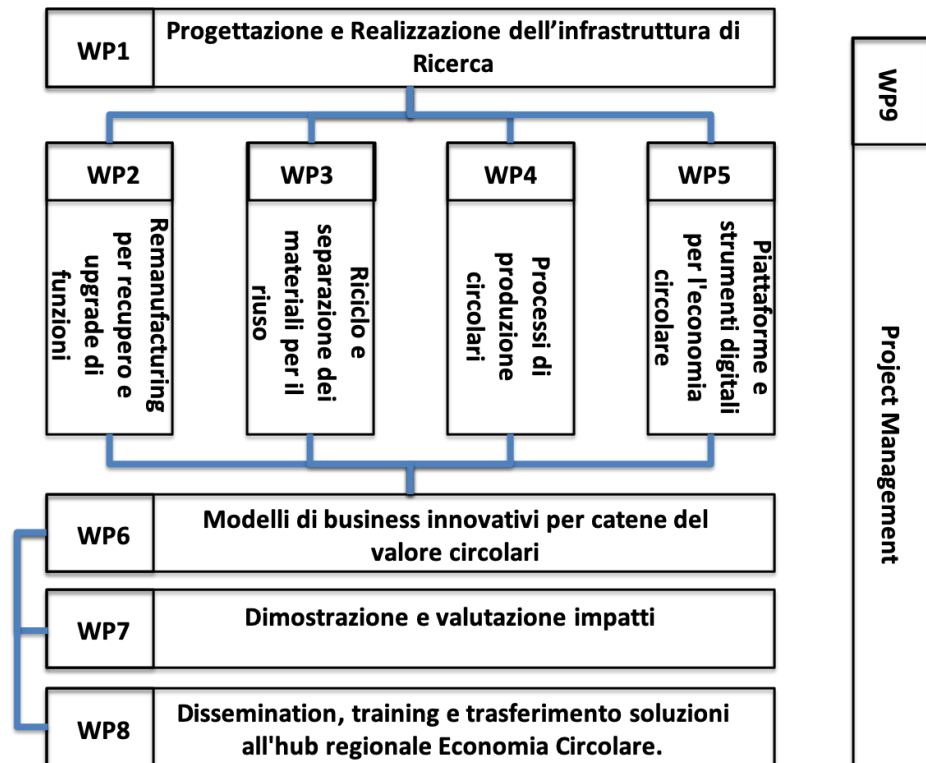
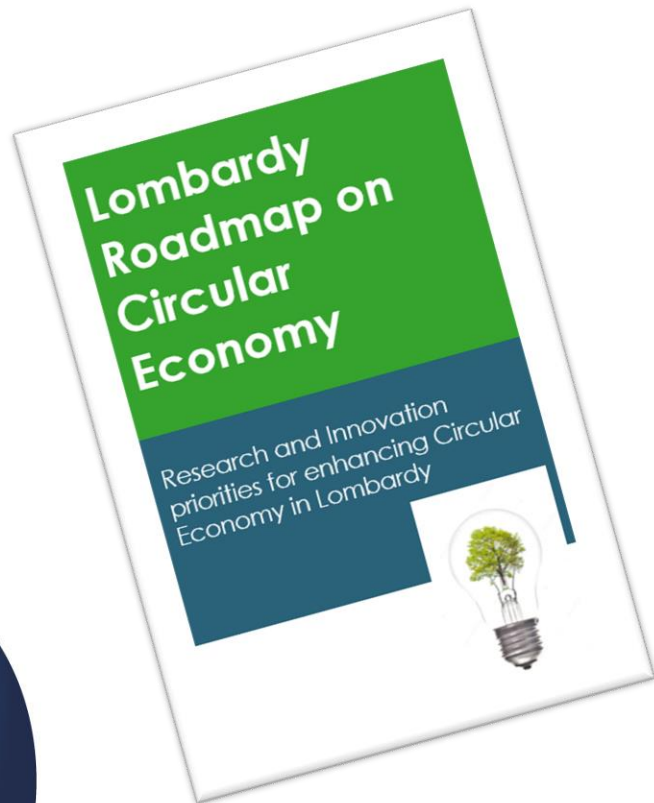


Source: PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG)/
Consulting Marketing & Industrieberatung GmbH

Characteristics:

- Composite materials are fundamental in EVs for their lightweight properties (glass and carbon fiber-reinforced).
- Different techno-polymers are present and currently unrecycled PP (50%), PA (10%) and PC, PBT, PU, ABS.
- Potential re-use in the automotive sector.
- Great potential to reuse in other manufacturing sectors using plastics.

Workplan e coerenza con la Roadmap di Regione Lombardia su Economia Circolare



Workplan e coerenza con la Roadmap di Regione Lombardia su Economia Circolare

Workpackage	Descrizione Attività	Milestones / Azioni di validazione	Link alla Roadmap RL Economia Circolare
WP1: Progettazione e realizzazione dell'infrastruttura di ricerca.	T1.1: Progettazione di dettaglio e acquisizione dell'infrastruttura di ricerca e dimostrazione. T1.2: Set-up dell'infrastruttura di ricerca e dimostrazione. Use-case di riferimento: tutti.	D1.1: Commissioning dell'infrastruttura pilota nei diversi enti. D1.2: Eventi di lancio dell'infrastruttura nei diversi enti.	Annex 3JV: Boundary conditions and barriers for Circular Economy
WP2: Remanufacturing per recupero e upgrade di funzioni.	T2.1: Caratterizzazione dello stato residuo di prodotti post-uso. T2.2: Disassemblaggio macro-strutture per il riuso dei componenti T2.3: Disassemblaggio semi-automatico prodotti per il riuso di componenti. T2.4: Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS) per il remanufacturing. T2.5: Processi di Remanufacturing innovativi per il recupero delle funzioni. T2.6: Processi di Remanufacturing innovativi per l'upgrade delle funzioni. T2.7: Testing e certificazione del prodotto rigenerato. Use-case di riferimento: batterie, componenti meccatronici, lamiere metalliche.	D2.1: Protocolli e metodi per caratterizzazione dello stato residuo dei componenti post-uso. D2.2: Disassemblaggio pacchi batteria Li-Ion tramite sistema robotizzato. D2.3: Disassemblaggio flessibile moduli batterie Li-Ion tramite sistema collaborativo uomo-macchina. Disassemblaggio e riassetto smart di moduli meccatronici. D2.4: DSS per componenti post-uso. D2.5: Processi di rigenerazione di superfici metalliche usurate di componenti meccatronici tramite machining e cold-spraying. D2.6: Cold-spraying per integrazione sensori embedded in componenti meccatronici. Riformatura di lamiere automotive per riutilizzo. Foratura celle di batterie Li-Ion in ambiente inerte per posizionamento sensori e monitoraggio fase d'uso. D2.7: Testing di moduli batteria second-life.	Priority E: Remanufacturing, Repair. E.1: Innovative Remanufacturing Technologies. Sub-areas: • E1.1; • E1.3; • E1.4; • E1.5; • E1.6.
WP3: Riciclo e separazione dei materiali per il riuso.	T3.1: Progettazione di sistemi di riciclo flessibili e riconfigurabili. T3.2: Processi e tecnologie innovativi per il riciclo e riuso di materiali e pre-trattamento mixtures. T3.3: Processi e tecnologie per il riciclo dei materiali elettrochimicamente attivi componenti le celle Li-Ion. T3.4: Processi e tecnologie per il recupero di terre rare da BMS e magneti permanenti e riuso per sintesi di prodotti chimici a alto valore aggiunto T3.5: Caratterizzazione in linea dei materiali per il riuso. Use-case di riferimento: batterie, componenti meccatronici, compositi e plastiche.	D3.1: Progetto sistema di riciclo flessibile e riconfigurabile per e-mobility. D3.2: Processi High-Voltage Fragmentation per materiali compositi e celle batterie Li-Ion. Processi di optical sorting per plastiche nere. Processi di pirolisi in ambiente controllato per il recupero di resina e fibra da compositi. D3.3: Processi sostenibili chimici per il recupero dei materiali critici e attivi dalla black powder di batterie e altre parti dell'automobile D3.4: Processi sostenibili chimici per il recupero di terre rare e key metals da componenti elettronici e magneti da componenti automotive. D3.5: Tecniche di analisi iperspettrale per la caratterizzazione dei materiali polimerici in linea. Tecniche X-ray per la caratterizzazione di componenti metallici in linea. Tecniche per la caratterizzazione del degrado e stabilizzazione di materiali polimerici. Tecniche per la caratterizzazione fisico-meccanica delle fibre recuperate da componenti in composito.	Priority F: Recycling. F.1: Innovative technologies for sorting and recycling Sub-areas: • F1.1; • F1.2; • F1.3; • F1.5.
WP4: Processi di produzione circolari.	T4.1: Processi robusti e flessibili per il riuso di materiali e componenti. T4.2: Riuso ad alto valore aggiunto di materiali per componenti a perovskite del futuro. T4.3: Metodi di progettazione di fabbriche circolari T4.4: Design di prodotto per il riuso di componenti e materiali. Use-case di riferimento: tutti.	D4.1: Processi di compounding e stampaggio ad iniezione per plastiche e compositi riciclati. Tecniche di prototipazione rapida di stampi. D4.2: Ingegnerizzazione, realizzazione e validazione di dispositivi a perovskite del futuro per un recupero e riuso di fibra di carbonio. D4.3: Progettazione fabbrica circolare per e-mobility. D4.4: Guidelines e soluzioni per il design di prodotti circolari.	Priority A: Production. A.1: Design for Circular Economy. A.2: Circular Production Processes.
WP5: Piattaforme e strumenti digitali per l'economia circolare.	T5.1: Integrazione dell'infrastruttura con piattaforma digitali DigiPrime. T5.2: Controllo dei processi di de-and remanufacturing. T5.3: Soluzioni di Intelligenza Artificiale (AI) per l'economia circolare. T5.4: Integrazione con strumenti di LCA / LCC. Use-case di riferimento: tutti.	D5.1: Soluzione per trasferimento dati infrastruttura da/a piattaforma DigiPrime. D5.2: Tool e metodi di controllo dei processi di de-and remanufacturing. D5.3: Moduli di AI per i processi dell'infrastruttura. D5.4: LCA/LCC business cases e-mobility dimostrati.	Priority A: Production. A.3: Enabling traceability in product and processes. Sub-areas: A3.1, A3.2, A3.3, A3.4.
WP6: Modelli di business innovativi per catene del valore circolari.	T6.1: Sistemi prodotto-servizio per l'economia circolare. T6.2: Definizione e valutazione di modelli alternativi di supply chain circolari per l'e-mobility. T6.3: Nuove strutture di catene del valore nel settore e-mobility: opportunità e minacce per il settori automotive regionale. Use-case di riferimento: tutti.	D6.1: Valutazione dei modelli di prodotto-servizio applicabili al settore e-mobility. D6.2: Configurazione di un modello di supply chain inversa Regionale per l'e-mobility. D6.3: Opportunità, minacce e posizionamento dell'industria Lombarda nelle nuove filiere globali dell'e-mobility.	Priority C: Use and Service. C.2: Product-Service Systems. Priority D: Collection. D.1: Reverse Logistics.
WP7: Dimostrazione e valutazione impatti.	T7.1: Validazione negli use-case di riferimento T7.2: Valutazione impatti ambientali, economici e sociali. T7.3: Definizione di action plan per business-case futuri. Use-case di riferimento: tutti.	D7.1: Evento di validazione risultati negli use-case di riferimento. D7.2: Valutazione impatti Regionali ed Europei. D7.3: Action plan per business case futuri e sinergia con rete Vanguard "De-and Remanufacturing for Circular Economy".	Annex 3JV: Boundary conditions and barriers for Circular Economy
WP8: Dissemination, training e trasferimento soluzioni all'hub regionale Economia Circolare.	T8.1: Pianificazione e implementazione delle azioni di disseminazione e training. T8.2: Definizione meccanismo di trasferimento all'hub regionale e rete Vanguard "De-and Remanufacturing". Use-case di riferimento: tutti.	D8.1: Piano di disseminazione e training e report eventi. D8.2: Piano per trasferimento ad hub regionale e rete Vanguard "De-and Remanufacturing for Circular Economy".	Annex 3JV: Boundary conditions and barriers for Circular Economy

Workplan e coerenza con la Roadmap di Regione Lombardia su Economia Circolare

WP	Titolo	Mesi uomo	Inizio	Fine
WP1	Progettazione e realizzazione dell'infrastruttura di ricerca.	23,5	M1	M28
WP2	Remanufacturing per recupero e upgrade di funzioni.	91	M5	M36
WP3	Riciclo e separazione dei materiali per il riuso.	182,82	M5	M36
WP4	Processi di produzione circolari.	49	M8	M36
WP5	Piattaforme e strumenti digitali per l'economia circolare.	23,9	M8	M36
WP6	Modelli di business innovativi per catene del valore circolari.	35	M8	M36
WP7	Dimostrazione e valutazione impatti.	29	M14	M36/7
WP8	Dissemination, training e trasferimento soluzioni all'hub regionale Economia Circolare.	21,5	M1	M36
WP9	Project Management.	7,6	M1	M36
Total		463,32		

Cronoprogramma

Workpackage	2021			2022				2023			
	M1-M3	M4-M6	M7-M9	M10-M12	M13-M15	M16-M18	M19-M21	M22-M24	M25-M27	M28-M30	M31-M33
WP1: Progettazione e realizzazione dell'infrastruttura di ricerca.											
WP2: Remanufacturing.											
WP3: Riciclo e separazione per il riuso.											
WP4: Processi di produzione circolari.											
WP5: Piattaforme e strumenti digitali.											
WP6: Modelli di business innovativi.											
WP7: Dimostrazione e valutazione impatti											
WP8: Dissemination, training e trasferimento.											

Tabella 6: Tempi di realizzazione delle attività/azioni.

- La realizzazione dell'infrastruttura sarà condotta nei tre anni di progetto (2021, 2022, 2023), consentendo ai gruppi di ricerca coinvolti di generare i primi dimostratori dopo 21 mesi ed i dimostratori validati al mese 33.
- Le attività volte all'integrazione dei risultati nel contesto Regionale continueranno fino al mese 33, unitamente alle attività di dissemination e training.

Impatti atteso e Key Performance Indicators - KPIs

Componente	Impatto Atteso e Key Performance Indicators - KPIs
Batterie LiB	Tempo di disassemblaggio <10 min per modulo. Tempo di caratterizzazione di State-of-Health di cella <1min usando algoritmi di AI. 90% regeneration rate per le celle riutilizzabili tramite riassettaggio. Tempo di scarica, disassemblaggio, testing and riassettaggio < 2 hours. Livello di accettazione dei moduli rigenerati >95%. Yield del recupero di materiale > 80%. Accettazione delle batterie riassemble: 100%. Yield di recupero dei materiali elettrochimicamente attivi/critici >90%
Componenti Meccatronici	Tasso di rigenerazione >85%, - 15% tempo di disassemblaggio tramite DSS, - 10% costi operativi di remanufacturing tramite cella cooperazione uomo-robot, -20% lead time nel remanufacturing.
Lamiere metalliche	Tasso di riuso per reforming di lamiere metalliche autonome: 20%. Accettabilità nel mercato delle parti riformate: 70%.
Compositi	Penetrazione nel mercato: aumento del 2% annuo nel mercato di prodotti che integrano compositi di recupero. Compositi a fibra vetro: almeno 40% di fibre riciclate, proprietà meccaniche (> 1 kN/m2 carico distribuito, assenza di difetti per energia di impatto < 5 J, BS EN 1991-1-4); termiche (U-value < 6 W/m2 K, BS EN ISO 12567-1). Compositi a fibra carbonio: 50% riduzione di consumo energetico, 70% riduzione di fibre usate, 80% proprietà meccaniche di una parte nuova, 20% riduzione di costo rispetto a parte nuova.
Plastiche	Concentrazione del materiale di riuso nel prodotto >30%. Tasso di riciclo > 98%. Dimostrazione di almeno 10 nuovi componenti. Test: Tensile modulus 6200 MPa (ISO 527-2/1A), flexural modulus 8300 MPa (ISO 178), melting temperature 220° (ISO 11357-1-3), Moisture absorption 2% (ISO 62).

Ricadute e vantaggi per la collettività:

Impatti sull'eco-sistema tecnico Lombardo:

- I risultati del progetto forniranno agli stakeholders lombardi la possibilità di validare e dimostrare business cases in ambito di economia circolare prima del futuro uptake industriale, riducendo il rischio dell'investimento, in linea con la strategia della Vanguard Initiative.
- L'infrastruttura servirà anche a formare i futuri laureati verso le sfide dell'economia circolare, promuovendo attività laboratoriali hands-on in impianto.
- Questo approccio consentirà di aumentare la capacità futura delle aziende dell'eco-sistema lombardo di innovare i prodotti in ottica economia circolare.

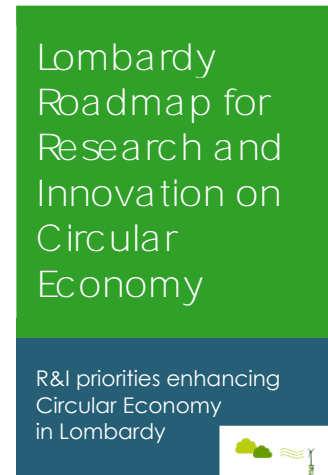
Impatti sull'eco-sistema sociale Lombardo:

- Il progetto contribuirà ad affermare un nuovo modo di pensare alla progettazione, ed immaginare l'uso, dei prodotti.
- Contribuirà ad affermare lo sviluppo di nuovi modelli di business pay-per-use, in cui la ownership del prodotto sia sostituita dalla disponibilità dell'uso dello stesso.
- Le soluzioni di de-and remanufacturing sostenibili sviluppate aumenteranno la disponibilità di prodotti ad alto valore aggiunto, con funzioni sempre aggiornati e a prezzo ragionevole.
- E' prevedibile una riduzione del prezzo di acquisizione di soluzioni di mobilità elettrica dovuta all'esistenza di soluzioni per la gestione dei componenti critici post-uso.

Coerenza con le finalità Regionali



SCREEN Local workshop held in the Lombardy Region on November 2017, on the “Circular value chain for the automotive sector”



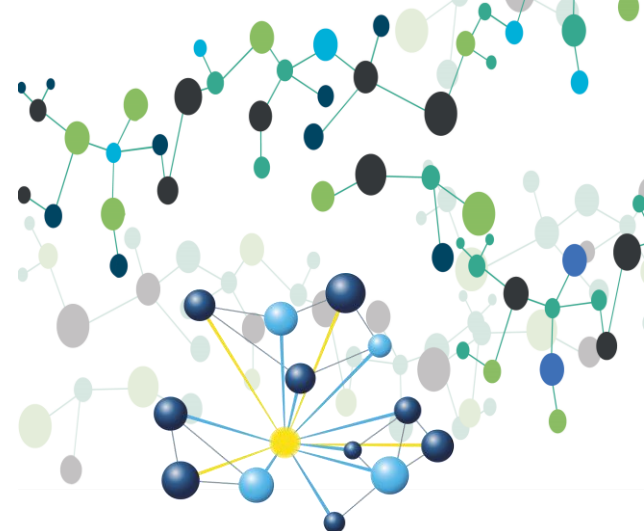
- L'attività dell' Osservatorio Economia Circolare e Transizione Energetica di Regionale. Il Politecnico di Milano partecipa ai tavoli di lavoro dell'osservatorio.
- Il progetto H2020 Inter-reg CircE “European Regions towards Circular Economy”. Il Politecnico di Milano ha partecipato alle attività degli stakeholders, in sinergia con AFIL, ed ha supportato la definizione della metodologia, in continuità con Screen.
- L'attività di Regione Lombardia nell'ambito dell'Inter-regional Partnership on Batteries “AMBP - Advanced Materials for Batteries”, anche DG Regio Pilot Action, in cui Politecnico di Milano fa parte del gruppo Lombardo di coordinamento.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



Università degli Studi di Pavia



VANGUARD INITIATIVE

New growth through smart specialisation

Grazie per l'attenzione

Politecnico di Milano
M. Colledani, marcello.colledani@polimi.it

AFIL
G. Copani, giacomo.copani@afil.it

in collaborazione con

