

# I progetti ENEA per l'economia circolare

Terza edizione





Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

# I progetti e le iniziative ENEA per l'economia circolare

Tecnologie, strumenti e approcci integrati per la  
transizione circolare di imprese e territori

# Sommario

• I progetti e le iniziative ENEA per l'economia circolare	4
<b>MATERIE PRIME E PRODOTTI</b>	<b>5</b>
• PARSIVAL: PANels Recycling to create Silicon VALue chain	6
• REVALUE: Materiali eco-innovativi per l'industria dell'auto	7
• C2CC: Compositi riciclabili per il settore automotive	8
• MARLIC: Marche Applied Research Laboratory for Innovative Composites (Piattaforma di Ricerca Applicata delle Marche per Compositi Innovativi)	9
• Recupero di polvere di silicio da pannelli fotovoltaici a fine vita	11
• RESIELP: Recupero dei materiali da pannelli fotovoltaici	12
• L'impianto pilota ROMEO per il recupero di metalli preziosi da RAEE	13
• Inno-WEEE: rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche	14
• RIPLARAE: materia prima per la chimica di sintesi dalle plastiche RAEE	15
• Estrusione a filo di plastiche da RAEE per la stampa 3D	16
• PORTENT: Il recupero di materiali da telefoni a fine vita	17
• Produrre batterie nuove da quelle a fine vita: le opportunità per una filiera italiana	18
• Collaborazione con ENEL X sul ciclo delle batterie	19
• IPCEI EuBatIn: il recupero di materiali da batterie agli ioni di litio a fine vita	20
• ACROBAT: recupero di materiali da batterie agli ioni di litio a fine vita	21
• CONDEREFF: la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione	22
• EVERPV: Tecnologie di delaminazione ad alta efficienza per recuperare e riutilizzare metalli, vetro e polimeri da pannelli fotovoltaici a fine vita	23
• SMARTBIN: verso una filiera sostenibile per le mascherine a fine vita	24
<b>BIOTECNOLOGIE E AGROINDUSTRIA</b>	<b>27</b>
• BIOCOSi: tecnologie e processi innovativi per la produzione di bioplastiche per imballaggi	28
• VALUEMAG: produrre composti ad elevato valore da micro-alghe	29
• CREIAMO: processi innovativi e nuovi modelli di business per valorizzare sottoprodotti e scarti delle filiere olivicola e vitivinicola	30
• B-Blue e la sua community sulle biotecnologie marine	31
• Centro Nazionale per le Tecnologie dell'Agricoltura AGRITECH - PNRR Missione «Istruzione e Ricerca» Ministero dell'Università e della Ricerca	32
• Joint Cooperation Agreement ENI-ENEA: progetto "scenari di decommissioning di impianti a fonte rinnovabile"	33
• PROVIDE: Protein and biomolecules sources for nutritional security and biodiversity in a circular food system	34
• ES-PA: Urban mining e recupero dei materiali nell'ambiente costruito	35
• BAIAS: Biocarburanti, Autorizzazione Integrata Ambientale e Aree Industriali Sostenibili	36
• Laboratorio Smart Comp	38
• INTECH4WATER	39
• Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali	40
• DeliSoil: Delivering soil improvers from circular food production processes to boost soil health	41

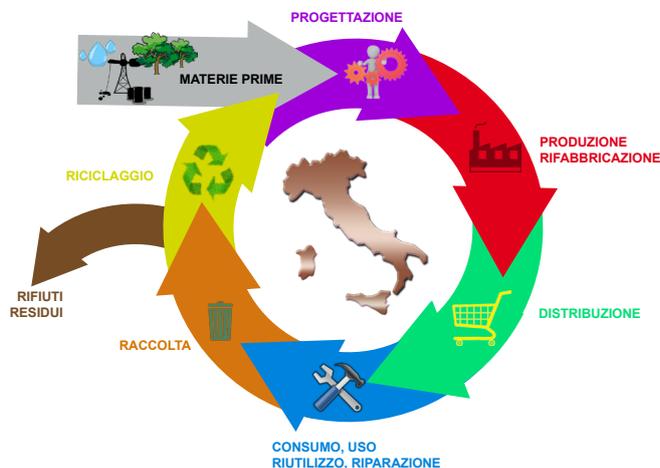
<b>TERRITORIO E CITTÀ</b>	<b>43</b>
• NETWAP: per la gestione ‘intelligente’ dei rifiuti	44
• BIOCIRCULARCITIES: Modelli e soluzioni circolari per una gestione efficiente e sostenibile dei rifiuti organici	45
• Value CE-IN	46
• GST4Water: per l'utilizzo sostenibile della risorsa idrica negli edifici e in ambito urbano	47
• GoBiom e +GAS: i progetti per il recupero di materia ed energia da scarti organici e inorganici	48
• Recupero e valorizzazione energetica negli impianti di depurazione municipali	49
• Joint Cooperation Agreement ENI-ENEA: Progetto trattamento fanghi biologici	50
• DECORUM: DEmolition and COstruction Recycling Unified Management	51
• FEEDSCHOOLS: Financing Environmental and Energy efficiency Development in Schools	52
• Efficient Buildings	53
• TEESCHOOLS	54
• Basilicata Heritage Smart Lab	55
• NICE: from Niche to Centre - City Centres as Places of Circular Lifestyles	56
• ECOSISTER: Ecosistema Territoriale di Innovazione dell'Emilia-Romagna	57
<b>STRUMENTI PER LA TRANSIZIONE CIRCOLARE</b>	<b>59</b>
• CICERONE: l'Agenda strategica delle priorità di ricerca e innovazione per l'economia circolare	60
• Le competenze ENEA per il regolamento REACH sulle sostanze chimiche	61
• EFFIGE: Misurare l'impronta ambientale di aziende e prodotti	62
• LIFE MAGIS: Prodotti Made in Italy ad alto valore ambientale	63
• SVILUPPUMBRIA: Promuovere la 'diagnosi delle risorse' nelle imprese	64
• Mappatura delle competenze disponibili in Umbria sul tema delle risorse in ottica di economia circolare	65
• STORM: per una rete di competenze sulla simbiosi industriale	66
• Percorsi di formazione professionale per istituzioni e imprese	67
• RECiProCo: Realizzazione di strumenti e iniziative sull'economia circolare a vantaggio dei consumatori	69
• PEFMED: Metodi e strumenti per ridurre l'impronta ambientale e socio-economica delle filiere agroalimentari	70
• ARCADIA: Approccio di ciclo di vita nei contratti pubblici e Banca Dati Italiana LCA per l'uso efficiente delle risorse	71
• ES-PA: Linee Guida per la simbiosi industriale Attività 2.3.1.	72
• LIFEproETV: Promotion and implementation of ETV as an EU voluntary scheme for verifying performance of environmental technologies	73
• RIPARTI: assegni di Ricerca per riPARTire con le Imprese	74
• RAISE: fondi PNRR per la creazione di ecosistemi dell'innovazione	76
• TEEC: il riconoscimento dei "titoli di efficienza energetica circolare"	77

# I progetti e le iniziative ENEA per l'economia circolare

**N**ell'ambito della sua mission di Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, l'ENEA è focalizzata in modo preminente sulla ricerca 'applicata', ovvero sul rendere disponibili tecnologie innovative e servizi avanzati nei diversi settori di competenza, al mondo delle imprese, alle pubbliche amministrazioni e agli stessi cittadini. Da questo punto di vista, l'economia circolare è una delle priorità strategiche e si concretizza attraverso numerosi progetti operativi con l'obiettivo di andare 'oltre gli slogan' e tradurre in realtà il principio fondante della chiusura dei cicli, quale volano di crescita e competitività e, allo stesso tempo, strumento essenziale per un modello di società incentrato sulla sostenibilità.

In questo opuscolo sono illustrati alcuni dei progetti, delle iniziative e delle attività, ma anche gli strumenti, le metodologie, gli approcci e i modelli che ENEA sta mettendo in campo per supportare la trasformazione verso l'economia circolare, con un focus anche sulla formazione ed informazione, aspetti di grande rilievo per operare il cambiamento culturale e di comportamenti necessario. In questi progetti il Dipartimento "Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali" (SSPT) ha un ruolo di primo piano, come coordinatore o referente di attività in collaborazione con altri Dipartimenti dell'Agenzia, partner nazionali ed internazionali, imprese e istituzioni centrali locali, ed altri soggetti a livello territoriale e urbano. Queste attività impegnano oltre cento ricercatori e tecnologi del Dipartimento SSPT e una rete di infrastrutture, hall tecnologiche, impianti pilota e laboratori analitici avanzati specializzati nell'eco-innovazione di processo, di prodotto e di sistema. I progetti consentono di applicare l'economia circolare in diversi ambiti applicativi quali:

- Aree urbane: ENEA progetta e sviluppa modelli e sistemi di gestione integrata e circolare di funzionamento urbano per città più sostenibili, circolari e inclusive, per promuovere stili di vita e consumo sostenibili, per effettuare una corretta gestione dell'acqua e dei rifiuti urbani anche in chiave di valorizzazione, salvaguardare salute e sicurezza, stimolare le industrie culturali, turismo e best practices in contesti urbani e periurbani;
- Territorio e mare: ENEA pianifica e sviluppa processi e metodologie per la gestione sostenibile di territorio e mare in ottica di economia circolare attraverso la Gestione porti e aree costiere, il Turismo sostenibile, lo sviluppo della filiera ittica;
- Sistema industriale: ENEA sviluppa e implementa tecnologie e metodologie per modelli di produzione e consumo più sostenibili e rigenerativi a supporto dell'industria con tecnologie innovative e nuovi modelli di business (simbiosi industriale, Modelli di circular design, Sharing economy, etc), strumenti per le imprese, riqualificazione di siti industriali in ottica circolare;
- Catena del valore: ENEA sviluppa approcci di sistema per promuovere e facilitare la chiusura dei cicli nelle filiere produttive e lungo il ciclo di vita di prodotti e materiali attraverso attività per promuovere la collaborazione tra diversi attori e settori, approccio integrato e multidisciplinare (life cycle thinking e misura della circolarità), nuovi modelli di business e analisi di mercato.





## Materie prime e prodotti

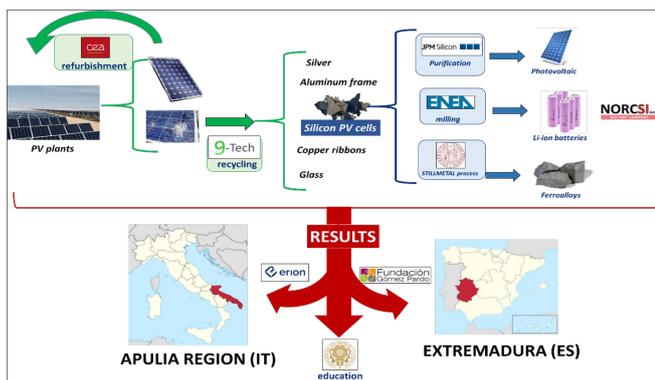
---

# PARSIVAL: PAnels Recycling to create Silicon VALue chain

L'obiettivo del Progetto PARSIVAL, finanziato dalla KIC EIT RawMaterials per gli anni 2023-2024, è quello di mobilitare il triangolo della conoscenza e creare un network su scala europea attorno alla sfida relativa al recupero e riuso dei materiali ricavati dai pannelli fotovoltaici a fine vita, in particolare del silicio.

PARSIVAL è un progetto RIS (Regional Innovation Scheme) capacity building, ha cioè come obiettivo la soluzione di problemi territoriali, attinenti al tema del reperimento, riciclo e riuso di materie prime in aree RIS.

Le attività progettuali si focalizzano su due regioni europee in area RIS che sentono come emergente il problema dello smaltimento dei pannelli a fine vita: la Puglia e la regione dell'Estremadura in Spagna. La Puglia, in particolare, è la seconda regione italiana per potenza fotovoltaica installata (3.05 GW) e, poiché i pannelli fotovoltaici hanno un tempo di vita di circa 25 anni e il boom delle installazioni fotovoltaiche si è avuto attorno agli anni duemila, si prevede per i prossimi anni una quantità notevole di pannelli solari dismessi da gestire (circa 300.000 tonnellate entro i prossimi 15 anni). Al momento non sono ancora presenti impianti di trattamento dedicati a questi rifiuti in Puglia ed Estremadura. Il progetto mira quindi a porre le basi per la realizzazione in queste aree di impianti per il refurbishment ed il riciclo dei pannelli fotovoltaici dismessi. In tal modo sarà possibile destinare i pannelli riparabili ad una seconda vita ed i materiali, recuperati dai pannelli non più riutilizzabili, a diverse filiere. In particolare, per il silicio saranno studiate tre diverse applicazioni: ferroleghie a base silicio, batterie a ioni di litio e produzione di nuove celle fotovoltaiche. ENEA è coinvolta nella lavorazione delle celle fotovoltaiche recuperate da 9-Tech (coordinatore di progetto) per ottenere una polvere a granulometria fine che verrà testata come materiale anodico nelle batterie a ioni di litio. ENEA è inoltre coinvolta nella diffusione dei risultati di progetto.



## Partner industriali e di ricerca

9 Partner da 4 Paesi europei (Italia, Francia, Germania, Spagna):

- 9-TECH (IT) - i) Coordinamento. ii) Studio di fattibilità per implementare il proprio processo di riciclaggio nella Regione Puglia. iii) Fornitura delle celle di silicio/alluminio recuperate per studiare le diverse applicazioni.
- ENEA (IT) - i) Sviluppo di un processo di trattamento per rendere il silicio recuperato idoneo all'applicazione in anodi di batterie agli ioni litio. ii) Attività di comunicazione e diffusione.
- CEA (FR) Supporto allo studio di fattibilità per l'implementazione di un impianto di trattamento dei pannelli fotovoltaici nella Regione Puglia per riparare e riusare i moduli a fine vita.
- ERION (IT) - i) Analisi delle installazioni fotovoltaiche in Puglia e previsione dei flussi di rifiuti fotovoltaici. ii) Contributo allo studio di fattibilità per la realizzazione di un impianto di rigenerazione/riciclaggio fotovoltaico in Puglia.
- JPM SILICON (DE) Convalida dei processi di purificazione per rendere il silicio recuperato adatto a diverse applicazioni, in particolare quella fotovoltaica
- Università degli studi di Padova (IT) Sviluppo di un processo di trattamento per produrre ferroleghie a base silicio da celle fotovoltaiche recuperate. ii) Attività di formazione e divulgazione scientifica.
- Università degli studi del Salento (IT) Iniziative di alta formazione e divulgazione in Puglia sul tema del riciclo.
- Fundación Gomez Pardo (ES) - Studio per l'applicazione dei risultati degli studi in Estremadura (Spagna).
- NORCSI (DE) - Realizzazione e convalida di anodi e batterie impiegando il silicio recuperato dai pannelli fotovoltaici a fine vita.

## Laboratori e Centri ENEA

Laboratorio Materiali funzionali e tecnologie per applicazioni sostenibili, Laboratorio Materiali e processi chimico-fisici, Laboratorio Tecnologie per l'uso e gestione efficiente di acqua e reflui, Servizio Promozioni e Comunicazione

## Referente tecnico

Maria Lucia Protopapa  
lucia.protopapa@enea.it

## Finanziamento progetto

Costo complessivo €982.668, finanziato al 95%.

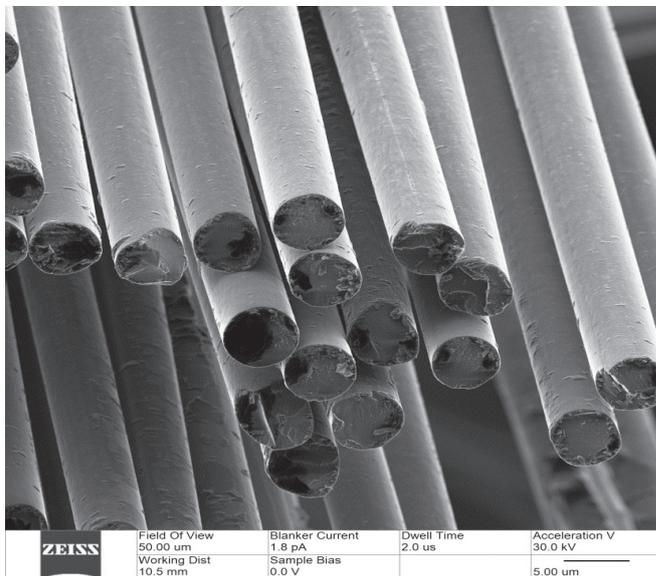
# REVALUE: Materiali eco-innovativi per l'industria dell'auto

**R**iuscire a progettare e realizzare componentistica più leggera è una delle strategie prioritarie delle case automobilistiche per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> e rispettare le normative europee. Una delle possibili soluzioni per affrontare la sfida della riduzione del peso è la sostituzione dei metalli tradizionali (ad es. acciaio e alluminio) con plastica rinforzata con fibra di carbonio che, in determinate condizioni e a parità di funzionalità, permette un alleggerimento del componente fino al 60%. Ad oggi, tuttavia, l'elevato costo di questa fibra ne rende proibitivo l'impiego su larga scala, limitandone l'utilizzo alle auto sportive e di lusso.

Il progetto europeo REcycled carbon fibres for high VALUE composites – REVALUE, finanziato da EIT RawMaterials per 1.342.875 euro, vuole promuovere un downcycling massivo delle fibre di carbonio e renderne possibile l'impiego anche nel segmento automobilistico delle mass-market cars, il più impattante per l'ambiente data la sua consistenza numerica.

REVALUE fa leva sulla consolidata esperienza ENEA nel settore delle fibre di carbonio da recupero e, in particolare, su un processo chimico-fisico innovativo che consente di ripristinare la superficie di queste fibre e di conferire loro caratteristiche paragonabili a quelle di vergini. Ad oggi, infatti, sul mercato sono disponibili rilevanti quantitativi di fibre di carbonio recuperate mediante processi termici tradizionali, da scarti e/o componenti giunti a fine vita, provenienti prevalentemente da settori dove questo materiale è ampiamente utilizzato (vedi settore aeronautico); queste fibre hanno a costi relativamente contenuti, ma proprietà intrinseche così scarse da limitarne l'uso ad applicazioni di basso profilo.

Con il processo ideato nell'ambito di REVALUE, è invece possibile dare un ad alto valore aggiunto a queste fibre per l'utilizzo nell'industria automotive di massa. Nell'ambito di REVALUE si stanno inoltre sviluppando materiali innovativi a base di compositi polimerici rinforzati con le fibre di carbonio rigenerate, direttamente utilizzabili nelle stesse linee di stampaggio a iniezione con le quali vengono prodotti i componenti automobilistici semi-strutturali. Al fine di sviluppare soluzioni con altissima sostenibilità ambientale, i polimeri impiegati nei materiali compositi nel progetto sono polipropilene e nylon 6, anch'essi derivati da processi di riciclo.



Micrografia della sezione trasversale di fibre di carbonio "rigenerate"

#### Partner industriali e di ricerca

- CETMA - Centro di progettazione, design & tecnologie dei materiali (IT)
- CEA - French Alternative Energies and Atomic Energy Commission (FR)
- SUEZ - Suez environnement SAS (FR)
- UNISALENTO - University of Salento (IT)
- CRF Centro Ricerche FIAT (IT)

#### Laboratori e Centri ENEA

Laboratorio materiali funzionali e tecnologie per applicazioni sostenibili  
Centro di Ricerche ENEA di Brindisi

#### Referente tecnico

Flavio Caretto  
flavio.caretto@enea.it

# C2CC: Compositi riciclabili per il settore automotive

**L**e attuali normative sul contenimento progressivo delle emissioni di CO<sub>2</sub> hanno spinto le case automobilistiche a cercare di alleggerire le parti strutturali, mediante la sostituzione dei metalli con materiali fibro-rinforzati a matrice polimerica. Al momento questi compositi vengono usati solo per le auto di lusso, con un impatto ambientale non ottimale per il problema del fine vita e degli sfridi (generalmente stimati in circa il 30% in peso).

Il progetto Cradle-to-Cradle Composites (C2CC, EIT Raw Materials, KAVA 5 – progetto n° 18052, 2019-2022) mira a superare queste limitazioni impiegando una fibra diversa dal carbonio normalmente utilizzato, per sviluppare un materiale composito riciclabile, quindi in linea con la vigente normativa sul fine vita ed utilizzabile anche per i veicoli di fascia media. Nello specifico, il progetto prevede l'utilizzo di fibra minerale (derivata dal basalto) riciclabile a fibra lunga senza degrado prestazionale, cosa non possibile per la fibra di carbonio.

Questa fibra è caratterizzata da:

1. bassa "Embodied Energy" e carbon footprint, in quanto processata mediante riscaldamento ad induzione;
2. basso costo, perché prodotta a partire da minerali abbondanti e di facile reperibilità.

Sarà associata a una resina termoindurente "cleavable", che a fine vita può essere recuperata nella forma di un polimero termoplastico, a seguito di un trattamento di clivaggio chimico. Detto polimero termoplastico verrà ottimizzato (all'interno del progetto) per la produzione, via iniezione, degli interni auto, mentre le fibre (rifuse e ritessute) potranno venire di nuovo impiegate per i componenti originari, secondo la *logica cradle-to-cradle*.

Il progetto C2CC vuole fornire ai produttori tecnologie per materiali a costo contenuto, realizzati con processi a basso impatto ambientale e facilmente scalabili alla produzione di massa; inoltre punta a facilitarne una rapida industrializzazione e a dimostrarne i benefici ambientali e sociali conseguenti i processi poco energivori e l'utilizzo di materie prime (la fibra e la resina) già ottimizzate in termini di C-footprint ed embodied energy. Inoltre il possibile riutilizzo per produrre nuovamente i componenti originari (riciclo Cradle-to-Cradle) rappresenta una fondamentale differenza rispetto al semplice riuso dei materiali, in quanto pone le premesse per la massima sostenibilità del sistema manifatturiero.

Oltre al Centro Ricerche Fiat è coinvolta anche GS4C, una PMI specializzata nel tema della *open innovation* nel campo della sostenibilità applicata al manifatturiero e un fornitore FCA di componenti in composito. Le qualificazioni verranno effettuate secondo gli standard internazionali e secondo le procedure indicate da FCA.



*Cofano da produrre in composito totalmente in riciclabile, secondo la nuova tecnologia*

<b>Partner industriali e di ricerca</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ferrer Dalmau/R*Concept, PMI spagnola che sviluppa e distribuisce resine per compositi a ridotto impatto ambientale</li><li>• GS4C, PMI innovativa italiana, specializzata sul tema della riciclabilità dei compositi e sulla open innovation</li><li>• GAIKER, consorzio spagnolo pubblico-privato specializzato nello sviluppo e qualificazione dei materiali compositi per il settore trasporti</li><li>• CRF, Centro Ricerche Fiat (gruppo FCA) in rappresentanza dei produttori automotive</li><li>• AM Composites, in rappresentanza dei produttori di componenti in composito polimerico</li></ul>
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Laboratorio tecnologie di materiali Faenza
<b>Referente tecnico</b>	Claudio Mingazzini <a href="mailto:claudio.mingazzini@enea.it">claudio.mingazzini@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 1.137.000
<b>TRL</b>	7 (sviluppo e qualificazione di componenti in facilities di taglia industriale, per modello auto in produzione)

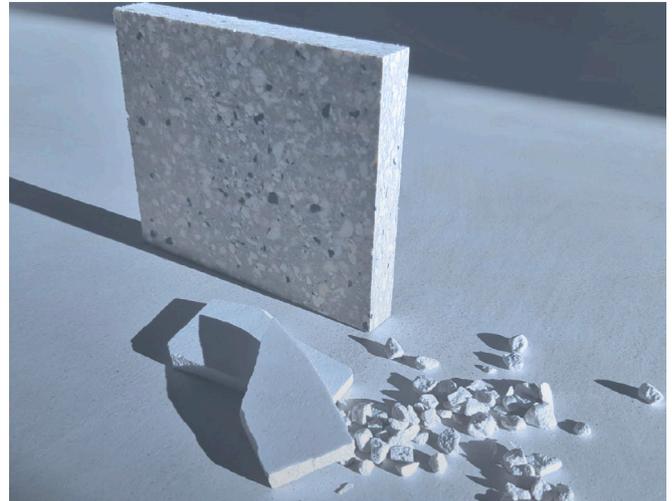
# MARLIC: Marche Applied Research Laboratory for Innovative Composites (Piattaforma di Ricerca Applicata delle Marche per Compositi Innovativi)

**L**a MARLIC è una Piattaforma regionale per l'Innovazione dei Materiali avanzati e dei Biomateriali che ha come obiettivo la realizzazione di un centro di ricerca collaborativo, nel quale sono messe a sistema tutte le competenze sui materiali avanzati e sui biomateriali. La Regione Marche ha voluto creare la MARLIC come strumento per la rivitalizzazione del tessuto produttivo delle aree colpite dal sisma.

Nel progetto, l'approccio di ricerca collaborativa vuole creare la sinergia tra mondo dell'impresa e mondo della ricerca sul tema "Manifattura Sostenibile", nel quale l'Ecosostenibilità di prodotti e processi per nuovi materiali e l'approccio di riduzione, riutilizzo, riciclo e recupero delle risorse, rappresentano gli indirizzi principali delle attività. Scopo di MARLIC è la progettazione di manufatti nel quale si preveda il fine vita dei prodotti, partendo da materie prime e seconde. Particolare attenzione verrà data ai materiali bio-based, come gli scarti alimentari e fonti di seconda generazione che non possono essere impiegati in applicazioni alimentari, con il fine di iniziare ad indirizzarli su processi e prodotti funzionali sia alle performance che alla economicità dei nuovi prodotti. I Ricercatori ENEA sono coinvolti nelle attività relative all'Applicazione delle KETs e delle Mild Technologies al fine di estrarre e purificare i potenziali componenti di interesse, partendo da matrici di origine biologica (biomasse agroindustriali primarie o residue), nella prototipizzazione in scala di laboratorio di manufatti ottenuti attraverso l'utilizzo dei Bio Composti/Materiali Compositi innovativi prodotti e nella messa a punto di sistemi di valorizzazione delle risorse e degli scarti produttivi, attraverso processi di simbiosi industriale e supporto alla progettazione di nuovi materiali e prodotti in ottica di simbiosi industriale.

## **Obiettivi Realizzativi a cura di PROBIO, Laboratorio Bioprocessi e Bioprodotti**

Nell'OR1 (Identificazione e caratterizzazione delle risorse biologiche disponibili da materie prime e seconde) e nell'OR2 (Applicazione delle KETs e delle Mild Technologies per estrarre i potenziali componenti di interesse partendo da materie di origine biologica), Sono state identificate e trattate con tecniche di estrazione dedicate scarti di lavorazione per l'ottenimento di proteine della soia, siero proteico, proteine estratte da biomassa algale, cheratine e sericine come possibili biomateriali disponibili dai quali sono stati prodotti primi film di materiali proteici innovative per packaging.



## **Obiettivi Realizzativi a cura di RISE, Laboratorio per la Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali**

### **OR1 Ricognizione dei ruoli e delle competenze in ambito di economia circolare nelle Marche e proposta di modello organizzativo**

Il lavoro svolto si inquadra in una cornice di riferimento molto chiara che, sia a livello europeo che nazionale, va delineandosi inequivocabilmente. Gli elementi che di fatto possono condurre la regione Marche verso un modello economico circolare, a partire dalla ricognizione dei ruoli e delle competenze in ambito di economia circolare nelle Marche, è stata svolta attraverso uno studio del territorio e tramite la somministrazione di un questionario apposito. A conclusione delle attività svolte ai fini della ricognizione dei ruoli e delle competenze in ambito di economia circolare e proposta di modello organizzativo è stato possibile constatare la presenza all'interno del territorio di fattori che abilitano l'adozione di un modello organizzativo che metta a sistema le competenze in ambito di economia circolare.

### **OR5 Pilota di simbiosi industriale nelle Marche.**

Le attività dell'OR5 sono state concentrate nell'organizzazione di un tavolo di lavoro (TdL) sulla simbiosi industriale e sono state articolate secondo diverse fasi che vanno dall'individuazione degli stakeholder nel territorio marchigiano, alla prepa-



razione di un database di aziende e selezione delle imprese da coinvolgere tra associazioni di imprese ed enti locali. Il TdL si è svolto il 17 ottobre del 2022, ha avuto l'obiettivo di attivare sinergie tra le imprese del territorio al fine di valorizzare scarti industriali e, in generale, risorse di altra natura che le aziende possono avere in eccedenza (ad. Es cascami energetici, servizi, capacità, logistica, ecc.). Durante l'evento 31 aziende afferenti a diversi settori produttivi (agroalimentare, tessile, calzaturiero, fabbricazione di materie plastiche, chimico, recupero e preparazione al riciclaggio dei rifiuti, edile) hanno preso parte al tavolo di lavoro confrontandosi e mettendo in potenziale condivisione risorse. Il tavolo di lavoro è stato or-

ganizzato con il contributo della Camera di Commercio delle Marche, l'UNICAM e Confindustria Macerata. Dai primi risultati è emerso che le aziende presenti hanno messo in condizione 153 risorse in totale (34 in input e 119 in output) attraverso il confronto operato ai tavoli, sono state individuate circa 63 possibili sinergie.

A queste se ne potranno aggiungere altre come risultato delle elaborazioni dei dati che verrà svolta da ENEA a valle dell'evento. Le sinergie emerse verranno esaminate al fine di valutarne la fattibilità tecnico-operativa, anche attraverso la collaborazione delle imprese coinvolte e di eventuali interlocutori interessati.



---

**Partner industriali e di ricerca**

HP Composites SpA, Albertani Corporates Spa, Carnj Societa' Cooperativa Agricola, Delta Srl, Elantas Europe Srl, Nano-Tech SpA. Rock And River Srl, Save As Srl, Simonelli Group SPA, Sios Srl, Società Industria Marmi e Graniti - SIMEG Srl, 3P - Engineering Srl, Ubaldi Costruzioni SpA, Eta Srl, Fratelli Guzzini SpA., Linset & Co. Srl, Maila'S Innovation Technology Consulting Srl, Prefiniti Simon Srl, Scatolificio T.S. Srl, Teknochim Srl.

---

**Laboratori e Centri ENEA**

Divisione Biotecnologie ed Agroindustria, Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali - Centri di Ricerca Camerino, Casaccia, Brindisi e Trisaia

---

**Referente tecnico**

Marco Antonini  
[marco.antonini@enea.it](mailto:marco.antonini@enea.it)

---

**Finanziamento**

€ 7.600.000

---

# Recupero di polvere di silicio da pannelli fotovoltaici a fine vita

**A** causa del crescente fabbisogno energetico mondiale, la potenza fotovoltaica installata è in continua crescita e aumenterà in modo significativo nei prossimi anni. Ipotizzando una vita media dei pannelli pari a 25 anni, si stima che tra il 2025 e il 2030 verranno generate quantità significative di rifiuti da pannelli fotovoltaici (PV) giunti a fine vita e che nel 2050 si arriverà a 9,57 milioni di tonnellate. Poiché a partire dal 1980 i pannelli PV al silicio hanno dominato il mercato, il riciclo di questa tipologia di pannelli per il recupero di materiali come Si, Ag, Cu, Al, utilizzando processi ecosostenibili, è diventato di rilevante importanza per l'industria dell'energia solare. Oggi, uno dei processi di pretrattamento più comunemente adottati per il riciclo dei pannelli PV, consiste nella macinazione dei pannelli una volta che il telaio in alluminio, i cavi e la scatola di giunzione sono stati rimossi. In questo modo, vengono ottenute tre diverse frazioni di materiali: frammenti vetrosi, agglomerati di EVA e una terza frazione, non vetrosa, formata da schegge contenenti il materiale otticamente attivo (silicio) incorporato in strati polimerici.

Un tema di ricerca di particolare interesse, ai fini del recupero dei materiali riciclabili presenti nella cella fotovoltaica, ha come obiettivo quello di recuperare il silicio allontanando il materiale polimerico ad esso adeso mediante processi chimici, meccanici, termici o combinati.

La linea di ricerca avviata in collaborazione con ECODOM, consorzio italiano leader nel recupero e riciclo dei RAEE, mira ad associare alle diverse tipologie di pannello i parametri di processo utili ad allontanare la parte polimerica ottenendo così polvere ad elevata percentuale di silicio. La polvere, caratterizzata con differenti tecniche diagnostiche di cui il Laboratorio Materiali Funzionali e Tecnologie per Applicazioni Sostenibili dispone (spettroscopia ottica vibrazionale, analisi termiche, microscopia elettronica a scansione con microanalisi, spettroscopia di fotoemissione), viene macinata per ottenere granulometrie adatte alle particolari applicazioni industriali a cui essa è destinata. Una delle applicazioni riguarda la realizzazione di elettrodi (anodi) ad elevata capacità per batterie litio-ione dotate di maggiori densità di energia rispetto a quelle commerciali. La polvere di silicio, dopo macinazione e analisi chimico-fisiche, è mescolata insieme a carbone e un polimero (in polvere), aventi lo scopo di garantire, rispettivamente, conduzione elettronica e stabilità meccanica all'elettrodo. Tale miscela è dispersa in opportuno solvente e depositata su un foglio di rame (avente la funzione di portacorrente). Dopo rimozione del solvente ed essiccazione, l'elettrodo (in forma di nastro) è caratterizzato da un punto di vista elettrochimico

mediante voltammetria, impedenza e cicli di carica/scarica in celle elettrochimiche al fine di validarne le prestazioni. Nel settore dell'automotive, il Si secondario può essere utilizzato per la produzione di materiali compositi Si-SiC mediante infiltrazione di componenti porosi di carburo di silicio (SiC).

A tal fine, i frammenti dei pannelli contenenti il Si, vengono innanzitutto sottoposti ad un processo finalizzato alla rimozione della frazione polimerica, e il residuo viene quindi utilizzato per l'infiltrazione. Le prove effettuate presso il laboratorio di Faenza della Divisione PROMAS hanno permesso di ottenere in questo modo materiali Si-SiC con promettenti proprietà microstrutturali e meccaniche.



Frammenti triturati di pannello fotovoltaico

**Partner industriali e di ricerca**

ECODOM

**Laboratori e Centri ENEA**

Laboratorio materiali funzionali e tecnologie per applicazioni sostenibili - Centro di Ricerche ENEA di Brindisi  
Laboratorio Tecnologie di Materiali Faenza – Divisione Tecnologie e Processi dei Materiali per la Sostenibilità – Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali - Centro Ricerche Faenza  
Laboratorio Materiali e Processi Chimico-Fisici – Divisione Tecnologie e Processi dei Materiali per la Sostenibilità – Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali - Centro Ricerche Casaccia

**Referente tecnico**

Maria Lucia Protopapa  
lucia.protopapa@enea.it

# RESIELP: Recupero dei materiali da pannelli fotovoltaici

Il progetto RESIELP (Recovery of Silicon and other materials from End-of-Life Photovoltaic Panels) nasce con l'obiettivo di recuperare materiali preziosi dai pannelli fotovoltaici a fine vita.

Il progetto, della durata di 36 mesi, ha previsto la realizzazione, nello stabilimento milanese della Relight, di un impianto prototipale zero waste per il recupero di materiali dai pannelli fotovoltaici a fine vita (silicio, argento, rame, oltre al vetro ed all'alluminio), in linea con la direttiva europea sui Rifiuti RAEE 2012/19/EU, recepita in Italia dal D.Lgs. 49/2014 che impone il recupero dell'85% in peso del pannello (che corrisponde al peso del vetro e dell'alluminio nei pannelli in silicio cristallino). RESIELP ha avuto come obiettivo anche il recupero e riciclo dei materiali contenuti nel restante 15% in peso, ovvero la parte costituita dalle celle contenente i materiali più preziosi come il silicio, l'argento e il rame. Si tratta di obiettivi strategici nella prospettiva dell'approvvigionamento di risorse e materie prime ad elevato valore aggiunto, come quelle contenute negli elementi dei moduli fotovoltaici o in altri rifiuti elettronici, che rappresentano una nuova sfida ambientale, ma offrono anche rilevanti opportunità di business.

Diversi laboratori di ENEA sono coinvolti nel progetto, per un approccio trasversale ed integrato finalizzato a:

- i. valutare gli aspetti ambientali ed economici dei processi di recupero secondo un approccio di Life Cycle Thinking;
- ii. supportare la progettazione sia dell'impianto per il trattamento termico dei pannelli sia dei sistemi di trattamento dei reflui liquidi e gassosi.



## Partner industriali e di ricerca

CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives), Università di Padova, le aziende ITO e Relight e del CETMA (Centro di Ricerche Europeo di Tecnologie, Design e Materiali), società di consulenza austriaca Proko, la ungherese Bay Zoltan (società non-profit per la ricerca) e il centro francese INES (Institut National de l'Énergie Solaire)

## Laboratori e Centri ENEA

Laboratori Tecnologie per il Riutilizzo, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali;  
Tecnologie per l'uso e gestione efficiente di acqua e reflui; Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali; BIOGEOC Centro Ricerche Casaccia (Roma)

## Referente tecnico

Marco Tammaro  
[marco.tammaro@enea.it](mailto:marco.tammaro@enea.it)

## Finanziamento Progetto

€ 2.495.689

# L'impianto pilota ROMEO per il recupero di metalli preziosi da RAEE

La crescita esponenziale nell'utilizzo di apparecchiature elettriche ed elettroniche (AEE) ed in generale di componentistica ad elevata tecnologia pone in maniera stringente una riflessione sull'intero ciclo di vita di tale categoria di oggetti. La gestione corretta delle AEE a fine vita rappresenta una seria sfida per salute e ambiente, ma offre anche importanti possibilità di creare eco-imprese e lavoro verde: da qui l'importanza di implementare sistemi di trattamento tramite tecnologie sostenibili.

In Italia, a differenza di quanto accade generalmente nei Paesi industrializzati, la tendenza dell'industria del riciclo è di non andare oltre le prime fasi del processo di trattamento e recupero, cioè quelle decisamente più semplici ma anche meno remunerative, lasciando ad operatori solitamente oltre i confini nazionali il recupero della parte "nobile" del rifiuto, che negli AEE (RAEE) è costituita dalle schede elettroniche, ricche di metalli di valore quali oro, argento, palladio e rame che vengono inviate all'estero (soprattutto Nord Europa) in impianti di recupero specializzati.

L'ENEA ha sviluppato una tecnologia dedicata al recupero di materiali da schede elettroniche per via idrometallurgica che fa riferimento a due brevetti relativi ad un processo chimico e ad un macchinario che permette di ottimizzare le operazioni (Processo idrometallurgico per il recupero di materiali dalle schede elettroniche, attestato di brevetto per invenzione industriale n. 0001422872; PCT/IB2014/065131; Gruppo per la realizzazione di un recupero idrometallurgico dei materiali dalle schede elettroniche, attestato di brevetto per invenzione industriale N. 0001428567; PCT/IB2016/050763).

Un prototipo di questo macchinario è stato inserito all'interno dell'impianto pilota denominato ROMEO (Recovery Of Metal by hydrOmetallurgy) per verificare i parametri di processo nell'ottica del trasferimento della tecnologia all'industria. Questa permette di ottenere dalle schede elettroniche oro in forma metallica con elevato grado di purezza, argento, rame, stagno e piombo. Il processo avviene a temperatura ambiente, contenendo notevolmente i costi energetici; le emissioni gassose opportunamente trattate sono trasformate in reagenti reimpiegati nel processo stesso minimizzando l'impatto ambientale e la quantità di reflui prodotti. Dal trattamento di una tonnellata di schede elettroniche è possibile recuperare materiali per un valore complessivo di oltre 10.000 euro. Referente tecnico del Progetto è: Danilo Fontana, con il contributo del gruppo di lavoro formato da Massimiliana Pietrantonio, Stefano Pucciarmati e Federica Forte.



Una panoramica dell'impianto ROMEO



---

#### Laboratori e Centri ENEA

Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali Centro Ricerche Casaccia (Roma)

---

#### Referente tecnico

Danilo Fontana  
danilo.fontana@enea.it

---

# Inno-WEEE: rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche

Il progetto InnoWEEE (Innovative WEEE traceability and collection system and geo-interoperability of WEEE data) ha avuto due principali obiettivi: (i) incrementare la raccolta dei Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (RAEE), mediante sistemi innovativi, e (ii) sviluppare nuovi metodi per il riutilizzo degli AEE (Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche), al fine di prolungare il loro ciclo di vita.

In Italia e in Europa, infatti, l'efficienza della filiera dei RAEE è una sfida complessa: le statistiche evidenziano bassi dati di raccolta, la tendenza a tenere in casa i RAEE o a smaltirli in modo improprio, con ripercussioni negative su tutta la filiera. Il progetto ha previsto 3 diverse azioni pilota a scala reale, a Cava de' Tirreni (SA), a Trento e a Bath (Regno Unito).

Nello specifico, come responsabile del pilota di Cava de' Tirreni, ENEA ha sviluppato e messo a disposizione della cittadinanza un sistema di contenitori innovativi (smart bins) ed una piattaforma dati per la tracciabilità dei rifiuti, assicurando così il necessario supporto tecnico-scientifico al Comune sui temi dell'impatto ambientale della filiera dei RAEE e sullo sviluppo ed il trasferimento di metodologie e strumenti innovativi per l'adozione delle migliori pratiche disponibili. ENEA ha realizzato, inoltre, attività di formazione ed informazione real time all'utenza, contribuendo in tal modo alle programmazioni strategiche del settore. Parallelamente, con il supporto di organizzazioni ambientaliste locali, è stata sviluppata una filiera per il riutilizzo delle AEE ancora funzionanti. Infine, sia per la raccolta e la tracciabilità dei RAEE sia per l'allungamento di vita delle AEE, sono stati sperimentati sul campo sistemi di coinvolgimento dell'utenza quali la "gamification" (ossia l'utilizzo di elementi mutuati dai giochi) e la premialità.



Climate-KIC is supported by the EIT, a body of the European Union



## Partner industriali e di ricerca

Dedagroup (IT) (Coordinator), ENEA (IT), Ecodom (IT), Comune Cava de' Tirreni (IT), Metelia Servizi Srl (IT), Comune di Trento (IT), Comune di Bath (UK), Fondazione Bruno Kessler (IT), Better Points (UK)

## Laboratori e Centri ENEA

Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali, Laboratorio Nanomateriali e dispositivi Centro Ricerche di Portici

## Referente tecnico

Marco Tammaro  
marco.tammaro@enea.it

## Finanziamento Progetto

€ 2.051.962

# RIPLARAE: materia prima per la chimica di sintesi dalle plastiche RAEE

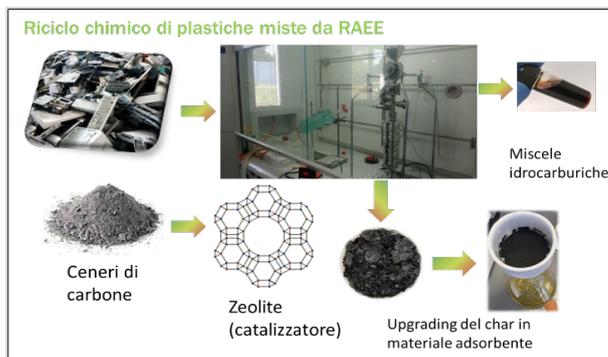
**G**li scarti di plastiche miste da rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) presentano una difficile gestione a fine vita per l'estrema eterogeneità delle miscele polimeriche, la presenza di additivi pericolosi e di frazioni estranee che ne ostacolano il tradizionale riciclo meccanico.

Il progetto RIPLARAE è stato sostenuto con un fondo di finanziamento - Proof of Concept (PoC) – costituito da ENEA e finalizzato alla realizzazione di progetti di sviluppo in grado di dimostrare la fattibilità di tecnologie messe a punto nei propri laboratori, allo scopo di favorirne il trasferimento tecnologico verso l'industria. Si è sviluppato un processo per la produzione di una miscela idrocarburica liquida e un residuo carbonioso (char) da plastiche RAEE utilizzando catalizzatori zeolitici ricavati da un altro scarto, ovvero le ceneri di carbone, e al quale è seguito uno stadio di upgrading per il miglioramento della composizione dei due prodotti ottenuti. I polimeri maggiormente impiegati nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche (AEE) sono a base stirenica (PS, HIPS, ABS, SAN, ecc.), seguiti dal PP, PC (poli carbonati), dalle resine poliestere (PBT e PET), dalle poliammidi (PA) e dal PVC. L'ostacolo maggiore al riciclo meccanico di questa plastica è la presenza e la pervasività di bromurati utilizzati come ritardanti di fiamma, con la conseguenza dell'impossibilità di avviare al recupero ingenti quantità di plastica selezionata. D'altra parte, famiglie di idrocarburi come i BTEX (benzene, toluene, etilbenzene, xileni), composti chimicamente stabili ed estraibili dalla degradazione termica di plastiche RAEE, risultano avere un valore di mercato. Infatti, rivestono un'importanza strategica per l'industria petrolchimica. Secondo i due rapporti "Global Benzene-Toluene-Xylene (Btx) Market Analysis 2018" pubblicato da Mitsubishi e il "Benzene Toluene Xylene Market - Global Industry Insight, Trends, Size, Share, Outlook, and Opportunity Analysis 2018-2026" pubblicato da Coherent Market Insights, il BTEX è considerato il feedstock di maggiore pregio dell'intera industria petrolchimica, ricoprendo il 40-50% del valore totale dei prodotti di origine petrolifera. Nell'ambito del progetto RIPLARAE che ha come obiettivo la valorizzazione di plastiche RAEE, sono state messe in campo le seguenti azioni:

1. Progettazione e realizzazione di un reattore a letto fluidizzato da banco per la produzione di miscele idrocarburiche da plastiche RAEE;
2. Conversione del prodotto di scarto "ceneri delle centrali termoelettriche a carbone" in zeoliti da impiegare quale catalizzatori della reazione di pirolisi delle plastiche da RAEE;
3. Upgrading dell'olio e del char di pirolisi per ottenere prodotti che abbiano valore di mercato;

e ottenuto i seguenti risultati:

1. Sintetizzate quattro tipologie di catalizzatori zeolitici dalle ceneri di carbone;
2. Incremento al 74% della frazione pregiata di miscela idrocarburica contenente i BTEX grazie all'impiego di un catalizzatore sintetizzato dalle ceneri di carbone;
3. Ottenimento di un char con sviluppo superficiale pari a 1840 m<sup>2</sup>/g, ricadente nell'intervallo di variabilità ammesso per un carbone attivo
4. Arricchimento in etilbenzene della miscela idrocarburica attraverso un processo di upgrading idrotermale fino al 200% rispetto al prodotto ottenuto con semplice degradazione termica.



**Partner industriali e di ricerca**

Rina Consulting – Centro Sviluppo Materiali S.p.A. - Dip. Ingegneria Chimica Materiali Ambiente - DICMA, Univ. "La Sapienza" (RM)

**Laboratori e Centri ENEA**

Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali; Laboratorio Materiali e Processi Chimico-Fisici, Laboratorio Ingegneria dei Processi e dei Sistemi per la Decarbonizzazione Energetica Centro Ricerche Casaccia (Roma)

**Responsabile di Progetto**

Lorenzo Cafiero  
lorenzo.cafiero@enea.it

**Referenti tecnici**

Riccardo Tuffi  
riccardo.tuffi@enea.it  
Doina De Angelis  
doina.deangelis@enea.it  
Stefano Stendardo  
stefano.stendardo@enea.it  
Daniele Mirabile Gattia  
daniele.mirabile@enea.it

**Referente**

Egidio Zanin  
e.zanin@rina.org

**Finanziamento Progetto**

€ 44.000 Finanziamento ENEA – Proof of Concept

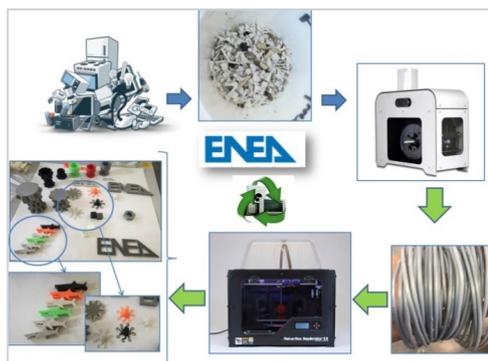
# Estrusione a filo di plastiche da RAEE per la stampa 3D

**A**ll'interno dei rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE), i polimeri a base stirenica costituiscono più del 50 % in peso della plastica presente nel rifiuto (corrisponde mediamente al 30-35% in peso di un dispositivo) sono attualmente in parte ancora destinati a recupero energetico e a discarica. Infatti, ad oggi, il mercato dei polimeri riciclati è poco attrattivo data la sua bassa remuneratività.

D'altra parte, l'ABS (Acirilo-Butadiene Stirene) è uno dei polimeri maggiormente impiegati come filo di alimentazione delle stampanti 3D e ha un costo di vendita che varia a seconda della qualità del filo prodotto e delle sue proprietà (25÷50 €/kg). La realizzazione di filo per la stampa 3D in ABS o in altri polimeri da plastica riciclata porterebbe rappresentare quindi un modo più remunerativo per valorizzare questa frazione RAEE, consentendo al tempo stesso i vantaggi ambientali connessi al recupero di materia. In tale ambito, Enea ha condotto uno studio sperimentale tramite un accordo di collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM<sup>1</sup>), il cui obiettivo è stato quello di valorizzare la frazione plastica presente nei RAEE attraverso la realizzazione di filo da impiegare come "toner" delle stampanti 3D. Il progetto biennale, finanziato per € 368.000, punta a sviluppare un processo di riciclo meccanico tramite estrusione di fili per stampanti 3D di plastica da RAEE, sperimentando la fattibilità di un potenziale alternativa green al filo commerciale costituito da ABS vergine. Al fine di studiare la reale applicabilità di questa tipologia di rifiuti in plastica per la stampa 3D, sono stati raccolti e analizzati 20 campioni di plastica RAEE presso due impianti di trattamento del Centro Italia e alcuni dispositivi dismessi del CR ENEA della Casaccia. La caratterizzazione chimico-fisica ha evidenziato che circa metà dei campioni sono costituiti da frazioni disomogenee per colore e struttura e talvolta anche per polimero, rispetto alle etichettature riportate sulle scocche in plastica delle apparecchiature elettriche ed elettroniche (AEE), inducendo a volte a classificazioni delle plastiche RAEE errate. Successivamente, la fattibilità del processo è stata dimostrata tramite l'individuazione di alcuni campioni di materiale riciclato ottimali per l'estrusione a filo e la successiva stampa, ed altri con cui, nonostante costituiti da polimeri differenti, è stato comunque possibile realizzare un filamento idoneo a buone stampe, valutando sia la qualità dei fili prodotti che dei provini realizzati. Il finanziamento ha consentito inoltre di valutare la possibilità di migliorare la qualità dei filamenti ottenuti tramite la realizzazione di opportune mescole polimeriche additivate. Tutti questi aspetti devono essere considerati per un'applicazione su scala industriale del

processo. Nell'ambito del "Progetto Zero Plastica" (Fondi 5x1000 2019 Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca) l'attività di ricerca è proseguita consentendo di esplorare anche la produzione di filamento per la stampa 3D per il polipropilene (PP), un polimero che può essere presente fino al 57% in peso nelle AEE, la cui applicazione in tale settore appare molto sfidante date le caratteristiche reologiche del polimero. I provini ottenuti dai filamenti ottimizzati in plastica RAEE sono stati confrontati con quelli ottenuti utilizzando filamenti commerciali, mostrando una risoluzione e definizione soddisfacente. Attualmente il filone di ricerca è in corso anche tramite una convenzione tra ENEA-SSPT-USER, ERION WEEE, il principale Sistema Collettivo nazionale per la gestione di tutti i Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (RAEE) e CDCA, Centro di Documentazione sui Conflitti Ambientali, nell'ambito del progetto "Training for Circularity – Borse di Studio (WEEE Edition)- Formazione di nuove professionalità nel settore della chiusura dei cicli della filiera dei RAEE e nella comunicazione e marketing per la sostenibilità e la circolarità", tramite alcune borse di collaborazione presso il T4RM incentrate sullo sviluppo di tecnologie eco-innovative per il trattamento dei RAEE finalizzate al recupero di materiali, tra cui la plastica.

<sup>1</sup> "Sviluppo di tecniche per la valorizzazione dei rifiuti e di azioni di supporto alla partecipazione italiana a tavoli internazionali ed europei sui temi della qualità dell'aria"



**Laboratori e Centri ENEA**

Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali- Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali Centro Ricerche Casaccia (Roma)

**Referente tecnico**

Riccardo Tuffi  
riccardo.tuffi@enea.it

**Finanziamento Progetto**

€ 368.000

# PORTENT: Il recupero di materiali da telefoni a fine vita

La quantità crescente di Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (RAEE) crea notevoli problemi di gestione legati alla presenza di sostanze nocive che rappresentano un rischio per la salute umana e l'ambiente. I RAEE rappresentano al tempo stesso una vera e propria risorsa, in quanto ricchi di materiali potenzialmente valorizzabili.

Tra i RAEE, di particolare interesse per quantità immessa e per contenuto in materiali preziosi e/o strategici vanno annoverati i telefoni cellulari.

La tendenza della imprenditoria italiana che si occupa di riciclo è di fermarsi alle fasi di trattamento e riciclo più semplici ma meno remunerative, lasciando ad operatori stranieri il vantaggio di recuperare la parte "nobile" del rifiuto, in particolare le schede elettroniche, ricche di metalli quali oro, argento, palladio e rame.

Nell'ambito del progetto PORTENT (15 aprile 2021 - 15 settembre 2023) ENEA, in sinergia con l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", ha sviluppato un processo innovativo per il recupero di materiali da telefoni cellulari a fine vita, propeedeutico al completamento della filiera che ad oggi si ferma al commercio verso l'estero degli stock dei materiali separati. In particolare, gli obiettivi conseguiti del progetto sono:

- caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle apparecchiature
- individuazione delle fasi di recupero e purificazione dei materiali
- sviluppo e verifica del processo di recupero materiali (TRL4)
- caratterizzazione dei reflui di processo ai fini della loro valorizzazione in ottica di Economia Circolare

Le tecnologie applicate per il recupero dei metalli sono state di tipo idrometallurgico che per loro peculiarità (modularità, flessibilità di impiego, bassi consumi energetici, ridotte emissioni, etc.) consentono un agevole processo di up-scaling e facile replicabilità nei contesti industriali, senza trascurare gli aspetti di accettabilità sociale di impianti di tale natura sul territorio.

L'idrometallurgia è la combinazione di tecniche separative in fase acquosa (quali lisciviazione, estrazione con solvente, scambio ionico etc.) ed è particolarmente indicata nella separazione e purificazione selettiva di elementi ad elevato valore aggiunto.

Il progetto si innesta su un filone di attività di ricerca e sviluppo maturate negli anni dal Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali (T4RM) ed è stato finanziato attraverso i fondi FESR della Regione Lazio (Fondo Europeo di Sviluppo Regionale - Programma Operativo regionale del Lazio).

<http://lazioeuropa.it/porfes>



PROGETTO COFINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA

**Partner industriali e di ricerca**

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

**Laboratori e Centri ENEA**

Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali Centro Ricerche Casaccia (Roma)

**Responsabile Scientifico ENEA**

Danilo Fontana  
[danilo.fontana@enea.it](mailto:danilo.fontana@enea.it)

**Finanziamento Progetto**

€ 137.964,75

# Produrre batterie nuove da quelle a fine vita: le opportunità per una filiera italiana

La Direttiva 2006/66/CE stabilisce che almeno il 50% in peso di materiali delle batterie elettriche di trazione debba essere riciclato, prevedendo come soluzione anche l'esportazione al di fuori dai confini nazionali, purché siano rispettate alcune norme di sicurezza. In Italia, ad oggi, la prassi è il trasferimento all'estero: vi sono infatti centri di raccolta con buone percentuali di recupero delle batterie usate, ma non esistono impianti di riciclaggio. Per valutare se effettivamente il nostro paese stia perdendo un'occasione e se è immaginabile una filiera di produzione di batterie elettriche da materie prime seconde recuperate da quelle a fine vita, ENEA ha avviato un'analisi per quantificare il potenziale stock di materie prime seconde ottenibile tramite processi di riciclaggio dalle batterie esauste delle auto elettriche immatricolate in Italia. L'analisi è stata effettuata nell'ambito della Ricerca di Sistema Elettrico (RSE), prendendo come riferimento tre differenti scenari di penetrazione al 2030 della mobilità elettrica nel parco auto italiano, proposti dallo studio e-Mobility Revolution della European House Ambrosetti.

A tali dati, riferiti al periodo 2010-2030, sono stati combinati dati specifici riguardanti la tipologia di batteria attualmente utilizzata (NMO) dal veicolo di riferimento dell'analisi, oltre alla tecnologia che verrà implementata nell'immediato futuro (batterie NMC 622) e quella a cui si è ipotizzato che si ricorrerà per le auto prodotte nel quinquennio 2025-2030 (NMC 811). Tenuto conto di uno scenario di seconda vita in ambito storage delle batterie esauste (in uscita dal settore automotive) e considerando l'efficienza di recupero e riciclaggio dei trattamenti ipotizzati, sono stati definiti i flussi di rilascio di materie prime seconde valorizzati tramite il sistema di recupero in analisi dal 2019 al 2038 per cobalto, litio, manganese e nichel. Lo studio ha previsto una valutazione di massima della fattibilità economica della filiera di riciclaggio ipotizzata, sulla base dei costi di gestione del sistema per tonnellata di rifiuto in ingresso e dei ricavi ottenibili dalle materie seconde, considerando diversi scenari di evoluzione dei valori di mercato. La maggior parte degli scenari ottenuti dimostra una fattibilità di massima che giustificerebbe gli investimenti necessari. Inoltre, la stima effettuata, in parallelo, sui costi ambientali esterni che il sistema di green mining proposto eviterebbe alla collettività, rende auspicabile l'avvio di una filiera del riuso, recupero e riciclaggio delle batterie elettriche in Italia.



Laboratori e Centri  
ENEA

Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali

Referente tecnico

Cristian Chiavetta  
[cristian.chiavetta@enea.it](mailto:cristian.chiavetta@enea.it)

# Collaborazione con ENEL X sul riciclo delle batterie

Il numero di veicoli elettrici circolanti aumenta di anno in anno, con una crescita continua la cui importanza è evidenziata dal fatto che le case automobilistiche di tutto il mondo stanno puntando su questo nuovo settore.

Anche nel campo dello sharing i veicoli elettrici di diverse tipologie (automobili, scooter, biciclette, monopattini) stanno conquistando spazi sempre più ampi. Questo è reso possibile dalle migliori prestazioni, in termini di autonomia e velocità di ricarica, offerti dall'avanzamento tecnologico dei sistemi di accumulo. Il processo di innovazione ha conseguentemente aumentato la variabilità dei componenti delle batterie, rendendo sempre più complessa la gestione nelle fasi di recupero e fine vita. Grazie alle competenze e professionalità presenti, ENEA è coinvolta nel supportare ENEL X nell'ambito delle attività relative a "Circular Battery", sub-progetto di ENEL X all'interno del secondo Progetto di Comune Interesse Europeo sulle batterie "EuBatIn", con lo scopo di ricercare e sviluppare nuovi processi tecnologici per lo smontaggio e la gestione ottimale delle batterie, nell'intento di ottimizzare i processi industriali applicabili dai principali attori del settore. In particolare, le attività di ENEA riguarderanno:

## Automazione dei processi di dismantling delle batterie di derivazione automotive e stazionarie (WP1)

Sarà sviluppata la collaborazione tra operatore e robot, aumentando progressivamente il numero di operazioni che il robot può eseguire nel processo di smontaggio di una batteria.

## Definizione di best practices in materia di logistica, trasporto, stoccaggio delle batterie e gestione dei rifiuti considerando la circolarità del processo (WP2)

Ci sono molte problematiche legate ai processi di stoccaggio, recupero e riciclo delle batterie a fine vita: il progetto si occuperà della gestione in sicurezza di tutte queste fasi. Inoltre, verranno sviluppate linee guida per ottimizzare il processo di gestione dei rifiuti e dei sottoprodotti delle batterie a fine vita, trovando la corretta procedura per superare le problematiche riscontrate.

## Analisi e ottimizzazione delle operazioni di pre-trattamento con adozione di un approccio di life cycle thinking (WP3)

La sostenibilità delle nuove tecnologie analizzate verrà valutata utilizzando un approccio Life Cycle volto a considerare gli impatti ambientali calcolati, allo stesso tempo si valuterà la disponibilità e fattibilità di approvvigionamento di materiali per la produzione di batterie attraverso un'analisi macroeconomica della catena di approvvigionamento per ciascun materiale necessario.

## Ottimizzazione economica delle batterie esauste dopo i test di caratterizzazione (WP4)

Non mancano i problemi che riguardano il trattamento delle batterie a fine vita, come la difficoltà di valutare l'effettivo vantaggio di un processo di recupero e di trovare un mercato adeguato alle risorse recuperate. Verrà sviluppata una metodologia per effettuare una valutazione delle quantità di materie prime potenzialmente recuperabili dal processo di riciclo delle batterie adottando un approccio di Material Flow Analysis (MFA) e di Life Cycle Analysis (LCA).



<b>Committente</b>	ENEL X
<b>Dipartimenti e Centri ENEA</b>	Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN) Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT) Centro Ricerche Casaccia (Roma) Centro Ricerche Bologna
<b>Referente tecnico</b>	Ing. Francesco Vellucci (TERIN-PSU-STMS)
<b>Responsabile WP1</b>	Ing. Vincenzo Nanni (TERIN-SEN-RIA)
<b>Responsabile WP2</b>	Dr.ssa. Cinzia Di Bari (TERIN-PSU-STMS)
<b>Responsabile WP3</b>	Dr. Pier Luigi Porta (SSPT-USER-RISE)
<b>Responsabile WP4</b>	Dr.ssa Francesca Ceruti (SSPT-USER-RISE)

# IPCEI EuBatIn: il recupero di materiali da batterie agli ioni di litio a fine vita

Il progetto IPCEI EuBatIn (2022-2027), finanziato nell'ambito del programma IPCEI (Important Project of Common European Interest), vede coinvolti i principali Stati Membri della Comunità Europea per supportare la ricerca e l'innovazione nell'ambito dei sistemi di accumulo elettrochimico, che rappresentano un'area prioritaria di intervento a livello Comunitario. Il progetto riunisce i principali attori del settore e le autorità nazionali che operano a vario titolo e livello nella catena del valore delle batterie, dall'estrazione, alla riconversione, al riciclo e alla raffinazione, attraverso lo sviluppo di materiali avanzati e la produzione di celle, moduli e sistemi, nonché di software, sistemi e soluzioni di test dedicati.

Il progetto EuBatIn mira a garantire un vantaggio competitivo dell'innovazione europea sulle batterie, al fine di contribuire a svilupparne l'intera catena del valore in ambito comunitario, rivolgendo particolare attenzione alle componenti di ricerca sviluppo e innovazione ed al primo sviluppo industriale.

EuBatIn è articolato in diverse fasi della catena del valore (Work Stream - WS) in coerenza allo Strategic Action Plan Comunitario in materia batterie.

La Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli è coinvolta nella realizzazione di un'infrastruttura dedicata al riciclo nell'ambito del WS.2 "Battery Cells".

Nell'ambito del WS.4 "Recycling and Sustainability", USER è coinvolta in 3 WP:

- nel WP1 l'attività è finalizzata al miglioramento delle prestazioni energetiche e ambientali, ed alla riduzione dei costi delle batterie mediante l'ottimizzazione della catena del valore con particolare attenzione agli aspetti di sostenibilità. Inoltre, verranno identificate le soluzioni più sostenibili per i nuovi prodotti (eco-design), con soluzioni per migliorare la durata, la riutilizzabilità e la riciclabilità delle batterie. Sarà studiato, un approccio di riciclo ottimizzato in linea con il concetto di economia circolare;
- nel WP2 verrà studiato un progetto per la riciclabilità delle batterie prodotte, sviluppando una specifica procedura di riciclo, fornendo informazioni per il trattamento delle batterie a fine vita e sugli usi dei materiali di recupero;
- nel WP3 saranno sviluppate tecniche per il riciclo innovativo delle batterie ai fini del recupero dei metalli critici (litio, metallo di transizione e fosforo in particolare) dai prodotti di scarto, che possono poi essere utilizzati per dispositivi ad alta tecnologia.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Per l'Italia partecipano 12 imprese - Endurance Spa, Enel X Srl, ENGITEC Technologies SpA., FIAMM Energy Technology, Fiat Chrysler Automobiles, Fluorsid Alkeemia SpA, FPT Industrial, Green Energy Storage Srl, Italmatch Chemicals SpA, Italy Srl, MIDAC SpA, Solvay - affiancate dall'ENEA e dall'Istituto Bruno Kessler
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli Laboratorio Tecnologie per il Riutilizzo, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali Centro Ricerche Casaccia (Roma)
<b>Responsabile Scientifico ENEA</b>	Federica Forte <a href="mailto:federica.forte@enea.it">federica.forte@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 23.230.520,93
<b>Web site</b>	<a href="https://www.ipcei-batteries.eu/">https://www.ipcei-batteries.eu/</a>

# ACROBAT: recupero di materiali da batterie agli ioni di litio a fine vita

Il progetto ACROBAT, Advanced CRMs Recycling from spent LFP Batteries (2022-2024), ha come obiettivo principale lo sviluppo di un processo di recupero materiali da batterie litio ferro fosfato (LFP) a fine vita.

Le batterie LFP sono una particolare tipologia di batterie agli ioni di litio (LIBs) che si caratterizzano per un'elevata stabilità e sicurezza ed una lunga durata; esse inoltre contengono litio, fosforo e grafite, materiali critici per la nostra economia, motivo per cui la loro valorizzazione è di importanza strategica. Ad oggi, tuttavia, non esistono processi di recupero su scala industriale dedicati alla valorizzazione di tale tipologia di batterie. Gli obiettivi del progetto ACROBAT sono i seguenti:

- smontaggio e pretrattamento delle batterie
- recupero dei materiali contenuti nell'elettrolita
- caratterizzazione "in-line" della black mass
- recupero della grafite
- recupero del litio per via idrometallurgica e conversione in idrossido di litio monoidrato
- riciclo diretto del materiale catodico

ENEA in particolare sta studiando la **valorizzazione dell'elettrolita** contenuto nelle batterie LFP, con l'obiettivo di recuperare i materiali in esso contenuti. È stato necessario, in primo luogo, studiare e mettere a punto un metodo analitico appropriato, adatto per la specifica matrice in esame. Tale matrice si caratterizza per una elevata complessità, legata alla presenza di solventi organici e composti fluorurati, quali l'esaffluorofosfato di litio (LiPF<sub>6</sub>).

Dovranno poi essere testate e confrontate diverse tecniche di separazione e purificazione al fine di recuperare i materiali di interesse.

L'obiettivo è il recupero del maggior quantitativo possibile di materiali dall'elettrolita, prestando attenzione alla potenziale valorizzazione dei sottoprodotti e dei reflui di processo, in ottica di Economia Circolare.

Il progetto, coordinato da VITO n.v. (Flemish Institute for Technological Research), è finanziato dal MUR mediante i fondi della rete paneuropea ERA-NET Confund on Raw Materials (ERA-MIN3).

<https://www.era-min.eu/>

[http://www.ricercainternazionale.miur.it/era/eranet-confund-\(h2020\)/era-min-3.aspx](http://www.ricercainternazionale.miur.it/era/eranet-confund-(h2020)/era-min-3.aspx)

## Funded by



## ACROBAT

<b>Partner industriali e di ricerca</b>	VITO (BE), SIM2 Institute of KU Leuven (BE), Fraunhofer ILT (DE), Accurec Recycling GmbH (DE)
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali Centro Ricerche Casaccia (Roma)
<b>Responsabile Scientifico ENEA</b>	Federica Forte <a href="mailto:federica.forte@enea.it">federica.forte@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 122.500

# CONDEREFF: la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione

Il progetto CONDEREFF (Construction & demolition waste management policies for improved resource efficiency), nasce dall'esigenza di migliorare l'uso efficiente delle risorse nei Paesi UE attraverso la corretta gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione (C&D) che rappresentano circa il 40% del totale dei rifiuti speciali prodotti in Europa e sono stati individuati dall'UE come flussi prioritari sui quali concentrare politiche ed approcci per una corretta valorizzazione. Attraverso lo scambio di esperienze sulle procedure di gestione dei rifiuti C&D, CONDEREFF vuole indirizzare i Paesi membri verso l'adozione e lo sfruttamento delle migliori pratiche e misure applicate nel settore. Il progetto consentirà alle regioni partecipanti di migliorare i loro obiettivi di efficienza nell'uso delle risorse e il raggiungimento degli obiettivi di riciclaggio (70%) imposti dalla Direttiva quadro sui Rifiuti. Nello specifico il progetto si propone di:

- sostenere l'integrazione del protocollo di gestione dei rifiuti da C&D dell'UE nelle politiche territoriali;
- rafforzare le capacità delle autorità pubbliche nella gestione dei rifiuti da C&D, degli appalti pubblici (Green Public Procurement e Criteri Ambientali Minimi), nel miglioramento e nella diffusione di impianti di riciclaggio, nella percezione pubblica;
- trasferire le lezioni apprese nelle politiche regionali dei partner.

CONDEREFF adotta un approccio di cooperazione transnazionale che coinvolge tutti gli attori coinvolti nella regolamentazione e nella gestione dei rifiuti C&D (autorità pubbliche, imprese di costruzione e demolizione, imprese di riciclaggio, autorità di controllo, professionisti e ricercatori) con l'obiettivo di:

- aumentare la capacità delle amministrazioni regionali nell'attuare politiche di uso efficiente delle risorse relative alla gestione dei rifiuti da C&D;
- migliorare le pratiche nella gestione, tracciabilità ed elaborazione dei flussi di rifiuti da C&D;
- incentivare gli investimenti e utilizzare gli appalti pubblici come motore per promuovere il potenziale economico del riutilizzo dei rifiuti da C&D;
- promuovere il potenziale economico del riutilizzo dei rifiuti da C&D;
- adottare processi di monitoraggio comprovati dei rifiuti da C&D e metodi di applicazione della normativa;

- migliorare la percezione e la fiducia degli attori della catena regionale nel potenziale e nel valore del riutilizzo dei rifiuti C&D;
- sviluppare piani d'azione per le autorità pubbliche migliorando gli strumenti politici.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Polytechnic University of Valencia (ES); Italian national agency for new technologies, energy and sustainable economic development – (IT); Region of Thessaly (GR); Auvergne-Rhône-Alpes Energy Environment Agency (FR); Regional Development Agency of the Pardubice Region (CZ); Lazio Region (IT); Styrian Provincial Government –Water management, Resources and Sustainability (AT); ISW Institute for Structural Policy and Economic Development (DE)
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali Centro Ricerche Casaccia (Roma)
<b>Responsabile Scientifico ENEA</b>	Antonella Luciano antonella.luciano@enea.it
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 1.617.955

# EVERPV: Tecnologie di delaminazione ad alta efficienza per recuperare e riutilizzare metalli, vetro e polimeri da pannelli fotovoltaici a fine vita

Il progetto EVERPV "Highly efficient delamination technologies to recover and reuse metals, glass, polymers from end-of-life photovoltaic panels", finanziato nell'ambito del programma Horizon Europe (HORIZON-CL5-2022-D3-03-09), in linea con i principi dell'economia circolare, intende sviluppare tecniche innovative per recuperare materiali (vetro, metalli e polimeri), ad elevata purezza, dai rifiuti derivanti dai pannelli fotovoltaici in silicio cristallino.

Nel dettaglio, il progetto si prefigge di recuperare il vetro frontale, l'argento usato nei contatti elettrici, i polimeri (etilene vinil acetato - EVA, o poliolefine - POE) che fungono da collante fra i diversi strati del pannello e alcuni dei polimeri del pannello posteriore (polivinilfluoruro - PVF, fluoruro di polivinilidene - PVDF).

EVERPV si focalizza sulla prima fase del processo di riciclo, nota come "delaminazione", che consiste nel separare i diversi strati del pannello fotovoltaico l'uno dall'altro. Questa fase, infatti, ha un impatto rilevante sulla purezza e/o l'integrità dei materiali recuperati.

In particolare, nell'ambito del progetto, saranno confrontate e ottimizzate due tecnologie innovative, una basata sull'abrasione e l'altra su un brevetto ENEA- BetaTech, che utilizza la tecnologia a infrarossi (IR). In dettaglio, la prima tecnica prevede l'abrasione sequenziale dei diversi strati del pannello, a partire dal retro, e dovrebbe riuscire a rimuovere tutti i materiali, in meno di 2 minuti. L'altra tecnica sfrutta la radiazione IR per ridurre la capacità adesiva del collante al fine di separare gli strati, senza sviluppo di gas tossici o polveri, in un tempo non superiore ai 3 minuti. L'obiettivo è di sviluppare un processo in grado di trattare più di 3000 tonnellate annue di pannelli fotovoltaici a fine vita.

Le due tecnologie pilota saranno sviluppate fino al livello TRL 7 (Technology Readiness Level, livello di maturità tecnologica), presso due aziende, partner di progetto, specializzate nel riciclo di pannelli solari: ENVIE, in Francia, responsabile del processo di abrasione, e 9TECH, in Italia, incaricata dello sviluppo del processo basato sulla tecnologia IR.

Sarà anche effettuato un confronto dei due processi pilota con un'altra tecnologia avanzata, basata sull'utilizzo di un coltello rovente (hot knife) che, attualmente, è implementata presso gli impianti di riciclo, gestiti dai partner di progetto ENVIE e SOREN.

Inoltre, le due tecnologie pilota saranno valutate dal punto di vista della sostenibilità ambientale, economica e sociale, secondo un approccio Life Cycle Thinking, per individuare gli aspetti critici sui quali intervenire, al fine di incrementare la loro sostenibilità.

Infine, saranno esaminate varie soluzioni di riutilizzo dei materiali recuperati, sia all'interno del settore fotovoltaico (closed-loop) che in altri settori (open-loop).

L'esplorazione contestuale di due diverse tecnologie aumenta considerevolmente la probabilità di sviluppare un metodo altamente efficace nel recupero di materiali con purezza elevata dai rifiuti derivanti dai pannelli fotovoltaici, contribuendo così ad affrontare le sfide legate all'approvvigionamento di materiali e favorendo l'implementazione di buone pratiche di economia circolare.

Progetto triennale, iniziato il 01/09/2023, nell'ambito del programma HORIZON Innovation Actions. Grant agreement No 101122208.



## Partner industriali e di ricerca

Oltre ad ENEA, collaborano al progetto, Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (Francia), in qualità di coordinatore, Fundacion Tecnalia Research & Innovation (Spagna), ENVIE 2E Aquitaine (Francia), UAB Valoe Cells (Lituania), Saint-Gobain Glass France (Francia), 9-TECH srl (Italia), United Nations Institute for Training and Research (Svizzera), ERION Compliance Organization Scarl (Italia), EPIA Solarpower Europe (Belgio), SOREN (Francia), ICARES CONSULTING (Belgio), Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique Sa - Recherche et Développement (Svizzera), DePoly (Svizzera), JBR Recovery Limited (Regno Unito), Dupont Teijin Films UK LTD (Regno Unito).

## Laboratori e Centri ENEA

Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali Centro Ricerche Casaccia (Roma)

## Responsabile Scientifico ENEA

Marco Tammaro  
marco.tammaro@enea.it

## Finanziamento Progetto

€ 5.367.184,00 (finanziamento del progetto)  
€ 634.262,84 (finanziamento per ENEA)

# SMARTBIN: verso una filiera sostenibile per le mascherine a fine vita

L'epidemia di coronavirus ha cambiato rapidamente le condizioni sanitarie, le abitudini di vita, le relazioni sociali e le attività economiche della nostra società. Ne è conseguito quindi un aumento enorme nell'uso di dispositivi di protezione, come le mascherine chirurgiche, che dopo il loro utilizzo diventano rifiuti sanitari, se prodotti nelle strutture sanitarie o sono conferiti nei rifiuti urbani indifferenziati, se prodotti nelle utenze domestiche.

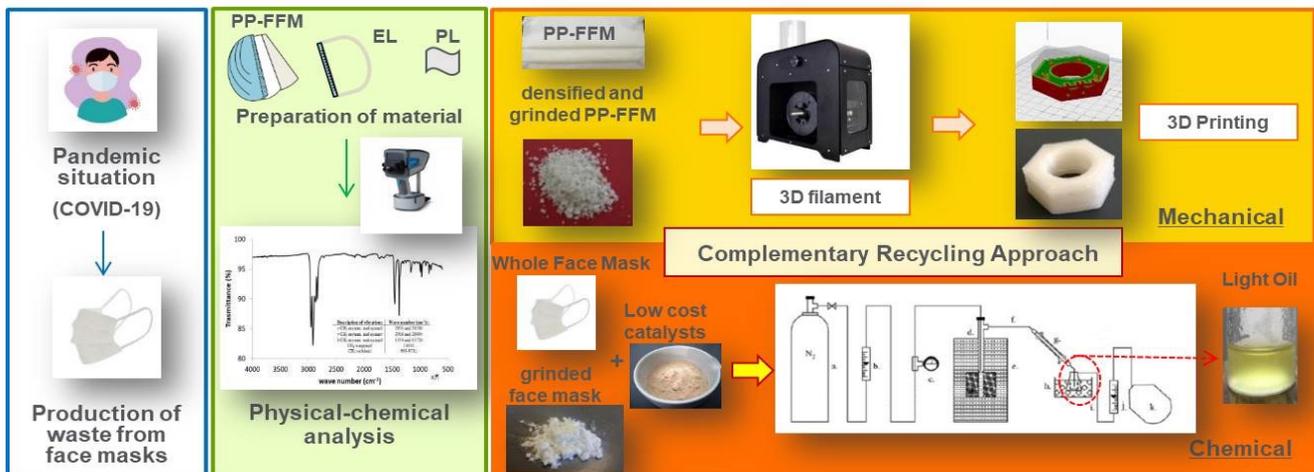
Il progetto SMARTBIN è un progetto autofinanziato da ENEA durante l'emergenza pandemica, che ha previsto la realizzazione di un contenitore innovativo per il riconoscimento, la raccolta e il trattamento di sanificazione tramite UV-C delle mascherine anti-covid chirurgiche monouso ed FFP2. Il progetto infatti ha lo scopo ultimo di legare l'azione di raccolta e sanificazione di SMAK (The Smart Mask Bin), il bin intelligente, alla possibilità di creare una vera e propria filiera sostenibile delle mascherine chirurgiche monouso post consumo, in linea con i principi dell'economia circolare: laddove non si possa evitare la produzione di rifiuti, se ne deve recuperare il valore economico, minimizzando l'impatto sull'ambiente.

L'interesse per questa tipologia di rifiuto infatti, è nata dagli enormi volumi in gioco dovuti al periodo dell'emergenza sanitaria, ma anche dalla constatazione che le mascherine sono costituite per circa il 75-85 % p/p da diversi strati con diverse caratteristiche di tessuto non tessuto (TNT) in polipropilene (PP) puro non additivato o ingegnerizzato, molto simile a un materiale vergine e, conseguentemente, di una qualità tale da renderlo facilmente riciclabile e appetibile dal mercato delle

materie prime seconde.

La nuova filiera proposta ha lo scopo di proporre una via innovativa per valorizzare la plastica di cui sono costituite le mascherine attraverso un processo "integrato" di riciclo meccanico e chimico. Dal punto di vista ambientale, il riciclo meccanico è preferibile alle altre opzioni di trattamento della plastica da rifiuto perché richiede poca energia, lascia intatta la possibilità di un successivo riciclo chimico o recupero energetico e dà luogo a una ridotta emissione di inquinanti, essendo coinvolte unicamente trasformazioni fisiche a temperatura moderate. Tuttavia, il riciclo meccanico non è particolarmente indicato quando il rifiuto è costituito da miscele plastiche eterogenee. Quindi alla base della fattibilità di un processo di riciclo meccanico deve necessariamente esserci una raccolta separata e, in questo caso, in sicurezza delle mascherine chirurgiche come quella garantita da SMAK. Un ulteriore miglioramento al recupero di materia secondo quanto previsto dalla gerarchia della gestione dei rifiuti (art. 179 del D.Lgs. 152/06) può essere introdotto da una nuova progettazione di prodotto in cui tutta la mascherina è costituita da un unico materiale o con componenti diversi facilmente rimovibili o presenti in minima quantità.

Nell'ambito del progetto SMARTBIN che ha come obiettivo la riduzione dell'impatto ambientale e sanitario delle mascherine chirurgiche e al contempo garantire il recupero di un materiale di qualità come il polipropilene (PP), utilizzato nella loro fabbricazione, sono state messe in campo le seguenti azioni:



L'approccio complementare di riciclo per il recupero di materia dalle mascherine

1. Progettazione e realizzazione di uno smart bin con dispositivo di sanificazione delle mascherine raccolte;
2. Progettazione e realizzazione di nuove mascherine mono-materiale in PP;
3. Caratterizzazione delle mascherine chirurgiche e delle mascherine mono-materiale in PP progettate;
4. Recupero di materia tramite un approccio complementare basato su riciclo meccanico e chimico di una mascherina mono-materiale in PP.

SMAK è stato realizzato dalla ditta SARTORI AMBIENTE, con le specifiche tecniche fornite da ENEA. Ad oggi si sta terminando la fase di verifica di alcune funzionalità del prototipo. Sono stati invece completate tutte le altre fasi. La progettazione, realizzazione e fornitura delle mascherine mono-materiale è stata eseguita alla ditta SANTINI S.r.l. Il percorso di ricerca relativo al riciclo chimico e meccanico è stato svolto in collaborazione con il DICMA della Sapienza, Università di Roma. I risultati della caratterizzazione hanno mostrato infatti che la mascherina mono-materiale composte per circa il 92% in peso da PP (filtro) di altissima qualità, miscelata con altro PP riciclato può essere estrusa per produrre un filamento da usare come toner per la stampa 3D. Senza l'aggiunta di ulteriori additivi nel processo, questo filamento è stato utilizzato per stampare un piccolo bullone di qualità visiva del tutto simile a quello prodotto da un filamento di PP commerciale. Contemporaneamente, l'intera mascherina è stata sottoposta anche un processo di pirolisi termo-chimica per produrre nuovi feedstock o combustibili. Per aumentare la resa di idrocarburi leggeri, in ottica di sostenibilità di processo, sono stati inoltre impiegati catalizzatori a basso costo sintetizzati da rifiuti (ceneri volanti



di centrali a carbone, CFA), ottenendo una migliore qualità dell'olio leggero e del gas a discapito dei residui indesiderati di processo.

Ovviamente, questi processi sono realizzabili solo nell'ipotesi di una raccolta differenziata delle mascherine nelle farmacie, nelle strutture sanitarie o nei luoghi di lavoro. Congiuntamente ad un trattamento igienizzante, propedeutico ad una manipolazione sicura da parte dei lavoratori e un adeguato processo di riciclo, definiscono le basi per la creazione di una vera e propria filiera sostenibile delle mascherine monouso post consumo.

In prospettiva, coinvolgendo tutti gli stakeholders, questo approccio potrebbe essere testato ed esteso anche ad altri dispositivi di protezione individuale, per massimizzare il tasso di recupero delle materie plastiche di cui sono costituiti.

<b>Partner industriali</b>	ENEA (autofinanziamento)
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli Laboratorio Tecnologie per il Riutilizzo, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali; Divisione Tecnologie e Metodologie per la Salvaguardia della Salute (TECS) Centro Ricerche Casaccia (Roma)
<b>Responsabile di Progetto</b>	Marco Tammaro marco.tammaro@enea.it
<b>Referenti tecnici</b>	Riccardo Tuffi riccardo.tuffi@enea.it Letizia Tuccinardi letizia.tuccinardi@enea.it
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 45.000





# Biotechnologie e agroindustria

---

# BIOCOSÌ: tecnologie e processi innovativi per la produzione di bioplastiche per imballaggi

In Italia, come in altri paesi con un'importante tradizione casearia, la quantità di siero di latte prodotto ogni anno è enorme ( $8 \times 10^6$  tonnellate / anno) con un impatto ambientale di notevole entità.

Le soluzioni attualmente disponibili vanno dallo smaltimento come "rifiuto speciale non pericoloso" ai sensi della normativa (D.Lgs. 22/1997, DM 125/06), all'alimentazione suina o allo scarico illegale. Da ciò nasce l'idea di mettere a punto un processo che consenta di valorizzare questi sottoprodotti, sia dal punto di vista di frazioni nobili recuperabili attraverso processi di pretrattamento, sia dal punto di vista della fermentazione della frazione zuccherina contenuta (lattosio) per l'ottenimento di PHA (poliidrossialcanoati) e fermentazione della frazione proteica per ottenere biopeptidi ad attività antimicrobica e antipertensiva. Seppure la letteratura scientifica riconosca tali potenzialità, l'originalità sta nel rendere i processi trasferibili, applicabili e soprattutto utilizzabili in azienda, per essere in grado di affrontare le sfide di mercato.

Nasce così il progetto Biocosì (tecnologie e processi innovativi per la produzione di imballaggi 100% Biodegradabili e Compostabili per un'industria Sostenibile, economica/circolare ed Intelligente) che trasformerà i rifiuti caseari in risorse, ridisegnando il packaging in chiave sostenibile e introducendo materiali biodegradabili nelle linee produttive. Grazie ai processi di separazione a membrana sviluppati dall'ENEA nel Centro Ricerche di Brindisi che permettono il frazionamento del siero di latte, il progetto mira sia al recupero differenziato di tutte le componenti (quali sieroproteine/peptidi, lattosio e sali minerali) che di acqua ultrapura. Inoltre, la collaborazione EggPlant-ENEA per la produzione di bioplastica biodegradabile e bioderivata dal lattosio estratto dai reflui, consente la totale valorizzazione dei rifiuti orientata all'innovazione della filiera agro-alimentare, con benefici anche in termini di riduzione degli inquinanti dell'industria casearia e di impatto della plastica nell'ambiente.

Secondo studi ENEA presentati recentemente l'83% dei rifiuti in plastica censiti nei mari italiani è costituito da packaging, per lo più di plastica usa e getta. Questa innovazione ispirata ai principi dell'economia circolare con l'obiettivo "zero rifiuti a fine processo", risponde non solo ad esigenze di natura etica e ambientale ma anche economiche, legate ai costi elevati dello smaltimento dei reflui caseari, consentendo oltretutto di tagliare di circa il 23% il costo unitario di produzione del biopolimero.

Sviluppato nell'ambito del bando della Regione Puglia Inno-network il progetto è finanziato con circa 1,2 milioni di euro dal Programma operativo regionale POR-FESR 2014-2020.



Impianti separativi a membrana



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	CSQA, RL Engineering, Caseificio Colli Pugliesi, Compost Natura, Università di Bari, Reti di Laboratori Pubblici di Ricerca Microtronica – CNR IFN
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Laboratorio Sostenibilità, Qualità e Sicurezza delle Produzioni Agroalimentari Centro Ricerche Brindisi
<b>Referente tecnico</b>	Valerio Miceli valerio.miceli@enea.it
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 1.200.000

# VALUEMAG: produrre composti ad elevato valore da micro-alghe

**L**e microalghe sono delle potenziali fonti di composti naturali con importanti proprietà benefiche per la salute dell'uomo che possono essere impiegati nel settore alimentare, nutraceutico e cosmetico grazie alla funzione principalmente antiossidante e vitaminica.

In questo contesto, il progetto europeo VALUEMAG (Grant Agreement No 745695) - Valuable Products from Algae Using new Magnetic Cultivation and Extraction Techniques, finanziato dalla BioBased Industries BBI per un totale di 4,7 milioni di euro mira a sviluppare un innovativo sistema di coltivazione mediante un fotobioreattore magnetico in grado di ridurre drasticamente i costi di produzione algale. Dalle microalghe prodotte, i composti ad elevato valore aggiunto come i carotenoidi e gli omega-3 contenuti nelle matrici algali sono stati estratti mediante una tecnologia quale la CO<sub>2</sub> in condizioni supercritiche, che consente di ottenere tali prodotti in totale assenza di solventi residui. Le microalghe prodotte e i rispettivi estratti sono inoltre valorizzati in ambito agronomico come biopesticidi naturali contro le azioni di agenti patogeni su piante e frutti.

Il know-how dell'ENEA contribuisce al progetto VALUEMAG finalizzando più 50% degli obiettivi progettuali e alla valutazione dell'impatto nei settori della nutraceutica, cosmesi e di additivi alimentari.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	NomaSico (Cipro), Theracell (Grecia), PNO Innovation (Olanda), IRIS (Spagna), Exergy (Regno Unito), Vertech (Francia), Eparella (Austria), National Technical University of Athens (Grecia), Università degli Studi della Campania (Italia), Fyzikalny Ustav Slovenskej Akadémie Vied (Slovacchia)
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Laboratorio Bioprodotti e Bioprocessi Centri di Ricerche Portici, Casaccia e Trisaia
<b>Referente tecnico</b>	Antonio Molino <a href="mailto:antonio.molino@enea.it">antonio.molino@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 4.700.000

# CREIAMO: processi innovativi e nuovi modelli di business per valorizzare sottoprodotti e scarti delle filiere olivicola e vitivinicola

Individuare e promuovere nuove destinazioni e opportunità di valorizzazione di sottoprodotti e scarti delle filiere olivicola e vitivinicola in ottica di economia circolare, anche attraverso la simbiosi industriale, cioè il trasferimento di scarti e altre risorse inutilizzate generate dai processi industriali che vengono recuperati per essere utilizzati da un'altra azienda è stato l'obiettivo del progetto CREIAMO, finanziato dalla Fondazione Cariplo nell'ambito del bando Economia Circolare 2018, cui partecipano ENEA, l'Università degli Studi di Brescia, nel ruolo di coordinatore, e l'Università degli Studi di Milano Bicocca. Il progetto, iniziato nel 2019, si è concluso il 31 dicembre del 2021 e rappresenta la prima iniziativa strutturata per implementare strategie di economia circolare e la simbiosi industriale nell'ambito di una filiera produttiva in Lombardia; nello specifico, CREIAMO si è proposto di incrementare la competitività delle aziende lombarde attraverso la creazione di nuovi modelli di business e di una rete multidisciplinare e interdisciplinare di ricerca, rafforzando le componenti industriali e tecnologiche. A livello operativo i ricercatori di ENEA sono stati impegnati nelle attività per la valutazione di sostenibilità e l'organizzazione del tavolo di lavoro di simbiosi industriale, che si è svolto il 19 febbraio 2021. Per lo svolgimento delle attività relative alla simbiosi industriale, è stata utilizzata la metodologia ENEA, opportunamente adattata, in quanto, a causa della pandemia da COVID-19, il tavolo di lavoro con le aziende è stato svolto in modalità remota. Al tavolo di lavoro hanno partecipato 22 aziende, appartenenti a diversi settori produttivi; sono state condivise 96 risorse, di cui 72 output (risorse offerte dalle aziende) e 24 input (risorse richieste dalle aziende), l'86% delle quali appartenenti alla categoria di risorse materiali. Sono state identificate più di 100 potenziali sinergie, 77 sulle risorse output e 25 sulle risorse input. Anche a seguito di incontri individuali con le aziende, sono stati selezionati i flussi di risorse maggiormente significativi dal punto di vista quantitativo ed economico e su questi sono stati elaborati due manuali operativi, rivolti alle aziende direttamente interessate dalle sinergie e che vogliono implementare percorsi di simbiosi industriale:

- Manuale operativo per la valorizzazione degli scarti provenienti dalla filiera dell'olio e del vino: sanse, vinacce e acque di vegetazione;
- Manuale operativo per la valorizzazione della scoria nera da EAF e delle plastiche pre- e post-consumo.

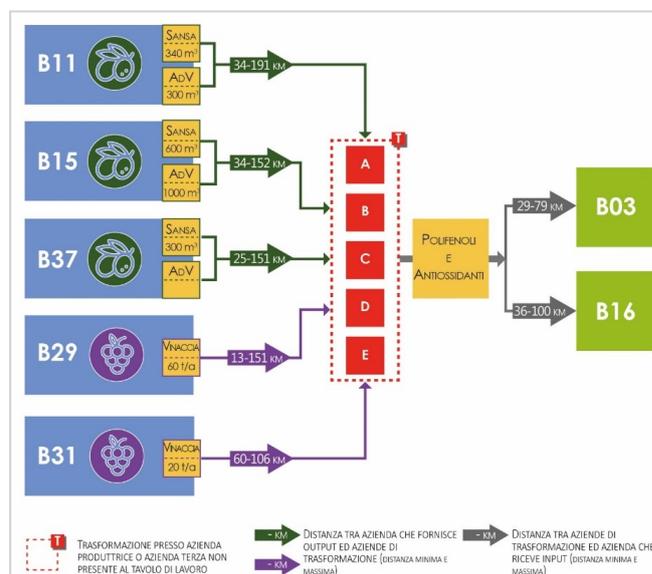
Il Manuale Operativo è organizzato in due parti:

- nella prima parte si riporta lo schema delle sinergie emerse dall'analisi dei dati condivisi al tavolo di lavoro e dallo studio di approfondimento successivo dei dati. Nella figura, a

puro titolo di esempio, è mostrato lo schema relativo allo scenario di valorizzazione degli scarti della filiera dell'olio e del vino per la produzione di molecole ad alto valore aggiunto;

- nella seconda parte del manuale (fascicolo tecnico) vengono trattati con maggiore dettaglio la regolamentazione, le norme tecniche, le caratteristiche degli scarti e dei processi produttivi per la loro valorizzazione.

È stata inoltre adottata la metodologia LCA per la valutazione di sostenibilità dei processi e dei prodotti.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Confindustria Brescia, aziende che hanno partecipato ai tavoli di lavoro
<b>Altri Partner di ricerca oltre ENEA</b>	Università degli Studi di Brescia (coordinatore), Università degli Studi di Milano, Bicocca
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali
<b>Centri ENEA coinvolti</b>	Casaccia
<b>Referente ENEA</b>	Silvia Sbaiffoni silvia.sbaiffoni@enea.it
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 299.985
<b>Finanziamento ENEA</b>	€ 85.050
<b>Web site</b>	<a href="https://creiamo-circulareconomy.com/">https://creiamo-circulareconomy.com/</a>

# B-Blue e la sua community sulle biotecnologie marine

Lo sfruttamento delle biorisorse marine attraverso soluzioni biotecnologiche è un campo con un enorme potenziale di innovazione, di crescita economica e di supporto alla transizione ecologica nei settori della bioeconomia blu. Tuttavia, lo sviluppo delle biotecnologie marine nel bacino del Mediterraneo soffre l'elevata frammentazione delle iniziative imprenditoriali e la mancanza di condizioni abilitanti per il trasferimento delle conoscenze dalla ricerca alle imprese: ricerca e innovazione sono troppo spesso sviluppate con iniziative isolate, senza un coordinamento che possa facilitare l'accesso al mercato. Il progetto B-Blue (Building the Blue Biotechnologies Community in the Mediterranean – <https://b-blue.interreg-med.eu/>) sta affrontando le suddette problematiche. B-Blue è stato finanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) attraverso il bando per progetti strategici del programma Interreg-Med, e vede la collaborazione di 10 partner provenienti da 8 paesi che si affacciano sul Mediterraneo. Il progetto è coordinato dal Dipartimento per la Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT) dell'ENEA, e ha coinvolto finora più di 500 organizzazioni del bacino mediterraneo, tra aziende, società di consulenza, università, centri di ricerca ed enti pubblici al fine di supportare la loro interazione e favorire condizioni abilitanti per l'accesso dell'innovazione al mercato. Le attività di B-Blue sono state condotte su due livelli: un livello nazionale che ha portato alla creazione di 5 Blue Biotechnologies Hubs, basati sull'approccio metodologico del living lab, con l'obiettivo ultimo di porre le basi per la creazione di ecosistemi dell'innovazione nelle cinque aree pilota; un livello internazionale favorito dallo sviluppo di una piattaforma digitale ed uno strumento di matchmaking e focalizzato sulla promozione di iniziative transnazionali congiunte, con il coinvolgimento anche organizzazioni della sponda sud del Mediterraneo, grazie alla collaborazione con il Cluster Marittimo Tunisino e Businessmed, due organizzazioni di supporto alle imprese basate in Tunisia. Gli Hub del progetto B-Blue sono stati attivati e sviluppati nel Golfo di Manfredonia (Italia), nella Regione di Murcia (Spagna), nella Costa Meridionale della Francia, nella zona costiera della Slovenia e in Attica (Grecia). Questi spazi partecipativi di innovazione aperta hanno trattato almeno una delle seguenti catene del valore: produzione di alghe per composti ad alto valore, valorizzazione di scarti dell'acquacoltura in altri settori produttivi, acquacoltura multitrofica integrata (IMTA) e valorizzazione sostenibile delle biorisorse marine nel settore cosmetico. Questa dimensione locale del progetto è stata costantemente accompagnata da attività di scambio di conoscenze ed esperienze tra i diversi hub in un'ottica di coopera-

zione e creazione di collaborazione a carattere transnazionale. Inoltre, il progetto ha favorito un generale coordinamento delle sue attività con le iniziative europee e mediterranee in corso, per accrescere il potenziale strategico del progetto stesso. Tra queste, il gruppo di lavoro Aquawest sull'acquacoltura sostenibile dell'Iniziativa Westmed, il gruppo di lavoro sulle biotecnologie blu del Cluster BIG, le attività del progetto BlueBio Cofund, il progetto Bluemed, la comunità di esperti del progetto Ocean4Biotech, e le attività del progetto Blue Bio Med, che, con la collaborazione di B-Blue, ha lanciato un Call to Action per un'alleanza nei settori della bioeconomia blu nel Mediterraneo (<https://blue-bio-med.interreg-med.eu/blue-bio-meds-call-to-action/>), da cui è nata la Mediterranean Innovation Alliance on Sustainable Blue Bioeconomy (MedIA): un framework di coordinamento rivolto ai settori della bioeconomia blu, in cui i principali output del progetto B-Blue stanno contribuendo all'attivazione di uno specifico gruppo di lavoro mediterraneo sulle biotecnologie marine. L'obiettivo principale del gruppo di lavoro, come pure della più ampia alleanza, è quello di razionalizzare e coordinare gli sforzi e le iniziative in corso, sia a livello locale che transnazionale, per favorire lo sviluppo di innovazione che supporti la transizione verso una bioeconomia blu sostenibile.



interreg  
Mediterranean  
B-Blue  
Project co-financed by the European  
Regional Development Fund

<b>Partner industriali e di ricerca</b>	ANI, CNR-Irbim, Hamag-Bicro, HCMR, NIB, Pole MÉR Mediterranee, Regione Puglia, STPM, UMU, Cluster BIG, Tunisian Maritime Cluster, Businessmed
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali Centro Ricerche Casaccia (Roma), Bologna, Portici (Napoli), Santa Teresa (La Spezia)
<b>Referente tecnico</b>	Cristian Chiavetta <a href="mailto:cristian.chiavetta@enea.it">cristian.chiavetta@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 1.499.000

# Centro Nazionale per le Tecnologie dell'Agricoltura AGRITECH - PNRR Missione «Istruzione e Ricerca» Ministero dell'Università e della Ricerca

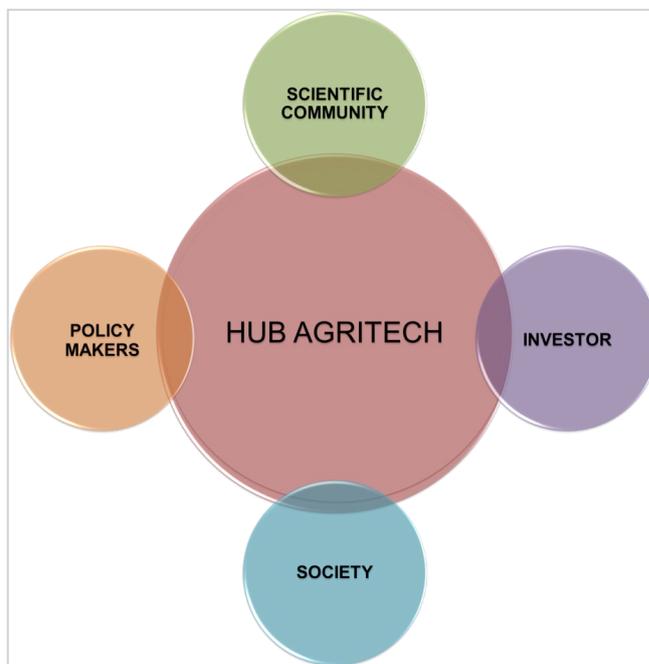
**C**entro Nazionale AGRITECH (Coordinamento: Università Federico II di Napoli) . Il Centro prevede l'applicazione di tecnologie per l'Agricoltura perseguendo 5 obiettivi principali:

- RESILIENZA - Adattamento delle produzioni ai criteri di sostenibilità e ai cambiamenti climatici;
- BASSO IMPATTO - Riduzione degli sprechi e dell'impatto ambientale;
- CIRCOLARITÀ - Sviluppo di strategie di economia circolare;
- RECUPERO - Sviluppo delle aree marginali;
- TRACCIABILITÀ - Promozione della sicurezza, tracciabilità e tipicità delle filiere agroalimentari.

ENEA è Affiliata ai WP 8 e WP 9

WP 8: Nuovi modelli di economia circolare per il settore agricolo attraverso valorizzazione di rifiuti e riciclaggio

WP 9: Nuove tecnologie e metodologie per la tracciabilità, la qualità la sicurezza e le certificazioni per monitorare e proteggere l'intera filiera dell'agro-food.



	<b>WP 8.1 Producing new products to upgrade waste value</b>
	<b>WP 8.2 Agroenergy production from wastes to reduce energy dependence</b>
	<b>WP 8.3 Nutrient and organic matter recovery from wastes to reduce the use of agrochemicals and closing waste cycle</b>
	<b>WP 8.4 Sustainability assessment of the technologies and their integration in agriculture</b>
	<b>WP 9.1 Integrating new data and metadata on origin and sustainability</b>
	<b>WP 9.2 Integrating information on productivity, efficiency and sustainability for businesses, clusters and agrifood chains</b>
	<b>WP 9.4 Blockchain (BT) and distributed ledger (DLT) technologies</b>



<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (BIOAG, USER); TERIN (ICT, SEN, BBC), FSN (TECFIS)- Centri di Ricerca Bologna, Casaccia, Portici, e Trisaia
<b>Referente tecnico</b>	Antonio Molino <a href="mailto:antonio.molino@enea.it">antonio.molino@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 350.000.000

# Joint Cooperation Agreement ENI-ENEA: progetto “scenari di decommissioning di impianti a fonte rinnovabile”

Il progetto “Scenari di decommissioning di impianti a fonte rinnovabile” uno dei due progetti del Joint Cooperation Agreement (JCA) che coinvolgono il Dipartimento per la Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali.

Il progetto ha l’obiettivo di sviluppare e testare approcci metodologici per ottimizzare il processo di decommissioning di impianti a fonte rinnovabile e di massimizzare il recupero di materie prime seconde a fine vita dei diversi componenti dei sistemi complessi oggetto di analisi.

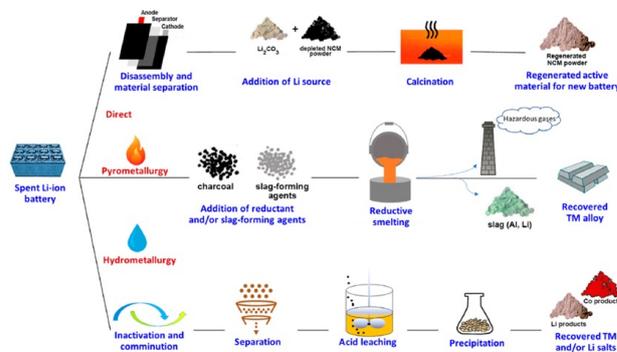
Il progetto prevede l’analisi di 3 impianti (due impianti fotovoltaici e uno eolico) con le seguenti caratteristiche: un impianto fotovoltaico composto da pannelli con celle in silicio policristallino, di 26 MW di potenza e associato ad un accumulo elettrolitico agli ioni di litio (tecnologia LFP - Litio-Ferro-Fosfato) da 14,7 MW di potenza e 8,8 MWh di capacità, un impianto eolico di 13,2 MW di potenza connesso alla rete e un impianto fotovoltaico con tecnologia al silicio policristallino, di futura realizzazione, di 8 MW di potenza accoppiato ad un accumulo elettrolitico a flusso di vanadio da 1 MW di potenza e 4 MWh di capacità.

Il progetto prevede tre linee di attività che possono essere riassunte nei contenuti come segue:

**Attività 1:** raccolta dati (previa analisi di letteratura per la preparazione del form di raccolta dati), definizione dello stock di materiale (analisi delle risorse) contenuto nell’impianto oggetto di studio e valutazione del profilo ambientale dell’impianto tramite analisi LCA semplificata;

**Attività 2:** analisi di letteratura e di mappatura delle principali soluzioni di trattamento e valorizzazione dei flussi di materiali che caratterizzano l’impianto oggetto di studio, quantificazione dei materiali potenzialmente recuperabili come materie prime seconde sulla base dell’applicazione dei più efficienti processi di valorizzazione allo stock di materiali calcolato nell’Attività 1, analisi di confronto tra gli scenari di fine vita ottenuti dall’applicazione dei diversi processi di valorizzazione, sulla base di valutazioni di carattere economico e ambientale con proiezioni al 2030;

**Attività 3:** analisi di letteratura per l’individuazione di potenziali soluzioni di ecodesign da applicare all’impianto oggetto di studio, selezione delle più efficaci soluzioni di ecodesign in termini di incremento dell’efficienza di recupero delle materie prime seconde a fine vita.



Schematizzazione dei principali processi di riciclo delle batterie agli ioni di litio (Zachary J. Baum, 2022)

Partner industriali e di ricerca	Eni SpA
Laboratori e Centri ENEA	Personale di SSPT-USER-RISE, SSPT-SEC, SSPT-USER, SSPT-USER-T4RM, SSPT-PRO-MAS-MATAS dei Centri di Ricerca di Bologna, Brindisi, Casaccia, Frascati e Portici.
Referente tecnico	Cristian Chiavetta cristian.chiavetta@enea.it
Finanziamento Progetto	€ 691.000

# PROVIDE: Protein and biomolecules sources for nutritional security and biodiversity in a circular food system

**P**ROVIDE ha lo scopo di promuovere la sostenibilità e la circolarità delle produzioni agroalimentari garantendo la qualità e la sicurezza – in termini sia di safety che di security – delle produzioni, rispondendo alla domanda dei consumatori di una dieta diversificata, sana e sicura.

In particolare, la proposta si incentra sul pane e i prodotti da forno, individuati come i più convenienti da consumare in posti, tempi, condizioni diverse, con la necessità di rispondere a requisiti di qualità e di sicurezza. Il progetto prevede lo sviluppo di nuovi prodotti da forno ad elevato valore aggiunto attraverso l'utilizzo come ingredienti di nuove fonti proteiche e molecole con funzione nutrizionale e nutraceutica.

Queste sono ricavate dalla valorizzazione di scarti e sotto-prodotti di altre filiere (es. lattiero casearia, semi oleaginosi, residui di fermentazione della birra) attraverso l'applicazione di mild e green technologies, quali le tecnologie a membrana, lo spray drying e la CO<sub>2</sub> supercritica.

Nuovi prodotti verranno quindi sviluppati e testati in impianti pilota e caratterizzati per parametri legati alla qualità e sicurezza alimentare. Verranno poi elaborati modelli per la sostenibilità e l'economia circolare, con particolare riferimento anche alla Responsible Research Innovation (RRI).

Il progetto, della durata di 36 mesi, è finanziato nell'ambito del programma ERA-NET SUSFOOD2 and CORE Organic Co-funds Joint Call 2019 - "Towards sustainable and organic food systems" - Topic 1: Resource-efficient, circular and zero-waste food systems.

ENEA riveste il ruolo di partner e partecipa alle attività di tutti i WP di progetto, coinvolgendo competenze legate alla qualità & sicurezza alimentare, caratterizzazione chimico-analitica di materie prime e prodotti, processi di estrazione di molecole ad elevato valore aggiunto da scarti e sotto-prodotti, sostenibilità ed economia circolare. In particolare, ENEA è leader dei WP dedicati a: innovazioni tecnologiche di processo, sostenibilità socio-economica e sociale, dimostrazione e trasferimento tecnologico.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	TUM (GE), IBA (RO), NTNU (MO), BIOROMANIA (RO)
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dip. Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali – Div. Biotecnologie e Agroindustria (SSPT-BIOAG), Div. Uso Efficiente delle Risorse e chiusura dei cicli (SSPT-USER)
<b>Referente tecnico</b>	Claudia Zoani claudia.zoani@enea.it
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 880.000

# ES-PA: Urban mining e recupero dei materiali nell'ambiente costruito

Le città e le attività produttive ed industriali rappresentano una preziosa fonte di risorse, attraverso i flussi di residui e rifiuti prodotti e gli stock di materiali in esse immagazzinati, tra cui particolare importanza rivestono i rifiuti da attività di costruzione e demolizione (C&D). Per tale motivo si possono considerare delle vere e proprie "miniere urbane". A causa di fattori tecnici e socioeconomici, lo stock di materiali nell'ambiente edificato attualmente rientra solo marginalmente in un ciclo chiuso di utilizzo. In primo luogo perché gli organismi edilizi dovrebbero essere concepiti in modo da facilitare lo smontaggio di materiali e componenti ai fini del loro recupero ma gli edifici esistenti, sono raramente costruiti tenendo conto di questi obiettivi rendendo di fatto più complicato e difficile il recupero ed il riciclo. A ciò si aggiungono le difficoltà di carattere prestazionale e normativo che riguardano i materiali riutilizzabili e i prodotti derivanti dal riciclo ed infine le difficoltà normative e gestionali relative al riuso. Affinchè tali flussi possano essere effettivamente ed efficacemente recuperati, e quindi introdotti come materiali secondari, è necessario che vengano messe in essere le migliori procedure di analisi, gestione e progettazione durante tutte le fasi del "ciclo di vita" possibilmente con il coinvolgimento di tutti i soggetti che, a vario titolo, intervengono nel processo. A tal fine, nell'ambito del Progetto "ES-PA - Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione", finanziato dal PON Governance e Capacità Istituzionale, il Laboratorio RISE ha sviluppato una Rassegna delle metodologie/tecnologie per trasformare lo stock di materiali in prodotti riutilizzabili e riciclabili (Attività 2.3.3) e le Linee Guida per la stima delle quantità e delle caratteristiche dei materiali utilizzabili e recuperabili nelle "miniere urbane" (Attività 2.3.2).

Nel primo documento viene fornito un quadro olistico delle metodologie e delle tecnologie finalizzate alla massimizzazione del recupero degli stock immagazzinati negli edifici analizzando anche i benefici ambientali economici e sociali evidenziando ove esistenti le principali criticità che ostacolano o rallentano la realizzazione di una vera "circolarità delle risorse". A partire dalla fase di pianificazione finalizzata alla stima dei materiali recuperabili e riciclabili e alla loro destinazione, alle successive fasi di demolizione e smontaggio selettivo per massimizzare il riciclo e riuso, fino alle fasi di trattamento e recupero.

Le linee guida forniscono, in aggiunta, un quadro olistico delle metodologie per l'individuazione e la quantificazione degli stock immagazzinati negli edifici finalizzato alla massimizzazione del recupero e del riciclo dei componenti. Nello specifico viene proposto un approccio multiscale che potrà

trovare applicazione, attraverso il ricorso a differenti metodologie/azioni a diversi livelli che si differenziano per estensione territoriale (macro, meso e micro cioè scala nazionale, regionale/provinciale/distretto, città/quartiere o singolo edificio). Ognuno di questi livelli avrà scopi ed obiettivi specifici oltre che destinatari differenti. L'analisi alla scala nazionale affronta l'obiettivo di individuare l'entità dei materiali recuperabili dal parco edilizio italiano con la finalità di supportare un piano di uso efficiente delle risorse a livello paese nello specifico ambito dell'ambiente costruito. La scala intermedia potrà essere utilizzata per pianificazioni strategiche regionali o provinciali anche di aree più o meno vaste caratterizzate da omogeneità nei caratteri costruttivi (es. borghi aree interne, etc.). La scala locale avrà l'obiettivo di fornire strumenti operativi per la pianificazione delle aree urbane o di quartieri o anche di singoli edifici.

Il documento riporta inoltre le metodologie di valutazione, le fasi di intervento, le modalità di reperimento dei dati, gli strumenti operativi e i risultati di attività progettuali di riqualificazione di edifici dismessi con strategie di progettazione circolare, sviluppate dall'Università degli Studi di Roma "Sapienza" nell'ambito della collaborazione con ENEA alle attività del progetto ES-PA. Tutti i risultati ad oggi prodotti sono disponibili sul sito del progetto e nella pubblicazione dedicata (Luciano A., Altamura P., Baiani S., Cutaia L. 2023. "The building stock as an urban mine: the case of the circular regeneration of disused buildings". Sustainable Chemistry and Pharmacy, 33,101104, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101104>).



**ES-PA** ENERGIA E SOSTENIBILITÀ  
PER LA  
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Ha collaborato all'Attività A 2.3.2 l'Università degli Studi di Roma Sapienza (prof.ssa Paola Altamura, prof.ssa Serena Baiani)
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali (coordinatore)
<b>Referente tecnico</b>	Antonella Luciano <a href="mailto:antonella.luciano@enea.it">antonella.luciano@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 178.000

# BAIAS: Biocarburanti, Autorizzazione Integrata Ambientale e Aree Industriali Sostenibili

Il progetto BAIAS è stato finanziato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), Direzione Generale Valutazioni Ambientali, Divisione VA-2 "Rischio rilevante e Autorizzazione integrata ambientale" (durata: Ottobre 2021 – Ottobre 2023). L'obiettivo di BAIAS è la promozione di iniziative dirette a perseguire la transizione ecologica dei processi produttivi nell'ambito della gestione delle Aree Industriali, del loro rapporto con il territorio e nella valutazione dell'impatto ambientale dei processi di bioraffinazione dei biocarburanti.

Il Progetto si sviluppa in tre linee di Azione:

1. Biocarburanti e Bioraffinerie;
2. Gestione sostenibile delle aree industriali e del territorio;
3. La percezione pubblica: attività industriali soggette ad autorizzazione integrata ambientale (AIA).

La **linea di Azione 1** - Biocarburanti e Bioraffinerie, partendo dall'analisi degli studi oggi disponibili, ha permesso di definire le materie prime per la produzione di biocarburanti e il loro impatto sulla filiera agricola, e di fornire al MASE supporto tecnico per una ricognizione di tecniche e processi di bioraffinazione utile alla partecipazione ai tavoli comunitari istituzionali. In particolare, sono stati esaminati: a) i biocarburanti maggiormente utilizzati in Europa e in Italia, con relativi sviluppi di settore ed andamento dei mercati; b) le tecnologie innovative per la produzione di biocarburanti da biomasse, con relativi limiti e sviluppi; c) i carburanti "drop-in", con relativi processi di produzione; d) le criticità e prospettive dei biocarburanti in Italia; e) l'importanza dei biocarburanti liquidi

in relazione a quelli gassosi. Inoltre, sono state esaminate: a) la produzione di colture oleaginose, di semi oleosi e l'utilizzo di oli vegetali per la produzione di biocarburanti e bio-prodotti, nell'ottica di una bioraffineria; b) le colture tradizionalmente utilizzate per produzione di olio da semi, quali soia, colza e girasole; c) le colture oleaginose minori, quali Brassica carinata, cartamo, canapa, camelina, lino e le caratteristiche chimico-fisiche dei rispettivi oli di semi; d) le colture emergenti, quali croton, ricino e semi di cotone, con relativa composizione dei semi, dell'olio estratto e del biodiesel prodotto nelle bioraffinerie ENI; e) le emissioni generate nel processo di produzione degli oli e del biodiesel da colture oleaginose; f) utilizzo degli oli da cucina esausti (UCO): quantità prodotte e sistemi di raccolta e riciclo degli oli e relativo valore economico, principali drivers e ostacoli che interessano la raccolta degli oli esausti, produzione di biodiesel da UCO, bioraffinerie ENI; g) i grassi animali derivanti dalla lavorazione della carne e del pollame. È inoltre in corso la valutazione del grado di sostenibilità dei biocarburanti tramite lo stato dell'arte dell'analisi LCA, dell'analisi di footprint e delle buone pratiche di gestione integrata sul territorio.

La **linea di Azione 2**- Gestione sostenibile delle aree industriali e del territorio, si propone di individuare un modello (o modelli) che favorisca lo sviluppo di strategie collaborative tra imprese, basate sui principi dell'Economia Circolare, anche in aree industriali in cui insistono uno o più stabilimenti a rischio di incidente rilevante (RIR) e/o che svolgono attività soggette ad autorizzazione integrata ambientale (AIA) (cosid-





dette installazioni IPPC). Il progetto ha sviluppato un'analisi dello stato dell'arte della gestione delle aree industriali a livello nazionale e internazionale, tenendo conto sia degli aspetti normativi, degli aspetti tecnico-gestionali, inclusa la gestione dei rapporti con gli stakeholder, in ottica di sostenibilità e circolarità, individuando in tale contesto le aree industriali comprensive di installazioni IPPC e/o stabilimenti a rischio di incidente rilevate. È inoltre in corso l'elaborazione del modello di gestione delle aree industriali sostenibili e circolari, e la sua applicazione in siti pilota costituiti da aree industriali ove sono presenti anche installazioni AIA-IPPC, tra cui l'Area di Rieti Cit-tàducale.

**La linea di Azione 3-** La percezione pubblica: attività industriali soggette ad autorizzazione integrata ambientale (AIA), propone l'implementazione di un modello di comunicazione articolato in tre fasi: (A) individuazione delle esigenze di informazione dei cittadini, (B) realizzazione di un sistema informa-

tivo per rispondere alle esigenze individuate, (C) supporto al MiTE nelle attività di gestione dei procedimenti di autorizzazione integrata ambientale per l'esercizio di installazioni IPPC per le quali sono emerse criticità nei rapporti con il territorio. Per questa attività è stato individuato come sito pilota la città di Ferrara, dove insiste un'area industriale soggetta ad AIA di competenza statale. In collaborazione con il Comune di Ferrara e con il Centro di Educazione alla Sostenibilità "IDEA" del Comune stesso, è stato sottoposto alla cittadinanza un questionario, che ha consentito di identificare le specifiche esigenze informative della popolazione. Sulla base di quanto emerso dall'analisi dei risultati, è attualmente in corso di sviluppo una piattaforma informativa volta ad aumentare lo scambio di informazioni con i cittadini che abitano in territori prossimali ad aree industriali, in un'ottica di sostenibilità ambientale e accettabilità sociale.

---

<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Sezione Supporto Tecnico Strategico (coordinatore) Laboratorio Sostenibilità, Qualità e Sicurezza delle Produzioni Agroalimentari, Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali, Laboratorio Osservazioni e Misure per l'Ambiente e il Clima
<b>Referente tecnico</b>	Elisabetta Salvatori <a href="mailto:elisabetta.salvatori@enea.it">elisabetta.salvatori@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 660.000

---

# Laboratorio Smart Comp

Il progetto Laboratorio Smart Comp, finanziato all'interno del Protocollo d'Intesa tra ACEA ed ENEA, intende sviluppare attività sperimentali volte all'efficientamento delle compostiere elettromeccaniche idonee per il compostaggio di prossimità.

Il progetto si sviluppa nell'ambito della "waste transition" che costituisce un nuovo approccio alla gestione diffusa e partecipata del rifiuto organico, avvicinando il luogo di produzione al suo trattamento. Il nuovo modello della gestione dei rifiuti a chilometro zero si riflette indubbiamente sull'ambiente, grazie alla riduzione delle emissioni di gas serra dovute all'eliminazione delle fasi di raccolta puntuale e trasporto. Lo scopo del Laboratorio Smart Comp, realizzato dalla collaborazione fra ENEA e ACEA Elabori, è la sperimentazione di nuove tecnologie di compostaggio, di trattamento delle emissioni e di sensori per il monitoraggio del processo, delle emissioni gassose e delle condizioni ambientali.

L'ottimizzazione del processo del compostaggio di piccola taglia influenzerà anche una sua più semplice diffusione sul territorio nazionale, oltre ad una maggiore qualità del compost prodotto e ad un maggior controllo degli impatti. L'idea del laboratorio dedicato al compostaggio si inserisce in una realtà già attivata sul tema grazie alle prime attività effettuate sulla compostiera installata in Acea e all'avvio della Proof of Concept ENEA del Progetto Compostino.

I risultati e le esperienze acquisite dalla collaborazione, saranno funzionali a definire le procedure di avviamento/gestione delle compostiere, di analisi merceologica, ect..

L'esperienza del Laboratorio Smart Comp, attraverso la condivisione di attrezzature, spazi di lavoro e personale coinvolto sul progetto, dimostra l'importanza della collaborazione tra ENEA e Acea Elabori, che vogliono svolgere attività e progetti di ricerca comuni nell'ambito della sostenibilità ambientale e dell'economia circolare.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Collaborano al progetto Acea Elabori e City-Net Srl.
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali (T4RM)
<b>Referente tecnico</b>	Paolo Roberto Di Palma <a href="mailto:paoloroberto.dipalma@enea.it">paoloroberto.dipalma@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 25.000

# INTECH4WATER

Il progetto INTECH4WATER (INtegrated TECHnologies for pollutants in (waste)WATER services) è stato finanziato nell'ambito del PR-FESR Emilia-Romagna 2021-2027, Priorità 1: Ricerca, Innovazione e Competitività. Obiettivo specifico 1.1 Sviluppare e rafforzare le capacità di ricerca e di innovazione e l'introduzione di tecnologie avanzate. Azione 1.1.2 "Supporto a progetti di ricerca collaborativa dei laboratori di ricerca e delle università con le imprese".

Il bando PR-FESR Emilia-Romagna 2021-27 risulta direttamente collegato alle tematiche definite dalla Strategia S3 regionale nell'ambito della Rete ad Alta Tecnologia a cui ENEA aderisce mediante i laboratori del "Tecnopolo ENEA". In particolare, il presente progetto prevede il coinvolgimento, in qualità di partner, del laboratorio ENEA-LEA, a cui afferisce il laboratorio SSPT-USER-T4W, che risulta accreditato in Categoria C nell'ambito del sistema di accreditamento regionale. Il laboratorio ENEA-LEA è inoltre membro del Clust-ER regionale Greentech a cui fa riferimento la tematica ambiente in cui il progetto si inserisce. La partecipazione del laboratorio ENEA-LEA al presente progetto risulta in particolar modo strategica in quanto funzionale a rafforzare il ruolo di ENEA nell'ambito dell'ecosistema regionale della ricerca (unitamente alle altre iniziative progettuali tuttora in corso, es. Progetto PNRR Ecosister).

Il progetto si colloca nell'ambito tematico della Circular Economy, in ottica di valorizzazione e riciclo di acque reflue derivanti da processi di depurazione municipali e processi industriali. Il progetto è volto alla promozione e sviluppo di conoscenze, metodologie e prototipi per la rimozione di nutrienti e sostanze contaminanti da acque reflue municipali, nell'ottica della maggiore sicurezza delle acque reflue, del comparto idrico e di conseguenza della salute pubblica. In particolare, il progetto mira a integrare in un unico sistema tecnologie innovative sicure e sostenibili che consentano un abbattimento pressoché totale dei più frequenti contaminanti delle acque reflue (nutrienti, (micro) inquinanti emergenti (MIE), microplastiche (MPs), batteri patogeni).

Il laboratorio ENEA-LEA ha una maturata esperienza pluriennale in attività di ricerca e sviluppo finalizzate allo studio, allo sviluppo, messa a punto, monitoraggio di tecnologie per l'uso e la gestione efficiente di acqua e reflui, con particolare riferimento a quelle destinate al trattamento depurativo, riuso, risparmio e valorizzazione di matrici liquide (reflui, rifiuti, sottoprodotti). Il laboratorio è in grado di sviluppare e sperimentare tecnologie di trattamento innovative per applicazioni sia in scala da laboratorio che in scala da banco, pilota e reale, e di condurre attività di monitoraggio analitico di tipo chimico,

biologico, microbiologico. Il progetto INTECH4WATER offre l'opportunità di ottimizzare e integrare la strumentazione e le attrezzature disponibili presso il Laboratorio ENEA-LEA, consentendo di rafforzare le capacità di ricerca e di innovazione e di sviluppare nuovi metodi per una più completa analisi e la valutazione della qualità delle acque, in linea con le attuali normative in tema di riutilizzo idrico.

Il laboratorio ENEA-LEA, grazie all'esperienza maturata come capofila nel POR Fesr 2018 Valu CE-IN, valuterà l'efficacia di tecnologie depurative (UV e Ozono) per la depurazione dei reflui da MIE e MPs. Procederà a effettuare test (scala banco e pilota) di abbattimento di MPs e MIE, associati ad esse come Ftalati e Bisfenoli. Campionerà e analizzerà MIE e MPs negli impianti di depurazione selezionati con la strumentazione sviluppata in precedenti progetti ottimizzata per il prelievo di campioni rappresentativi del refluo.

I risultati sperimentali ottenuti dai vari partner di progetto permetteranno di ottenere indicazioni in merito ai processi ed alle tecnologie più performanti nell'abbattimento di alcuni inquinanti organici di sintesi e microorganismi e valutare le azioni future da mettere in campo per valorizzare la risorsa idrica anche tenendo conto del processo di revisione della direttiva concernente il trattamento delle acque reflue urbane Dir. 91/271 attualmente in corso e di quanto riportato nel Regolamento vigente 741/2020 UE recante le prescrizioni minime per il riutilizzo dell'acqua a fini irrigui.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Coordinatore: Terra&AquaTech (UNIFE). Partner di ricerca: ISSMC-CNR, ProAmbiente, UniBO, ENEA-LEA Partner industriali: Hera, Cifo; Naturedulis, RomagnaTech
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Laboratorio ENEA per l'Ambiente (ENE-A-LEA) afferente al Laboratorio Tecnologie per l'uso e gestione efficiente di acqua e reflui (SSPT-USER-T4W)
<b>Referente tecnico</b>	Roberta Guzzinati <a href="mailto:roberta.guzzinati@enea.it">roberta.guzzinati@enea.it</a>
<b>Referente scientifico</b>	Luigi Sciubba <a href="mailto:luigi.sciubba@enea.it">luigi.sciubba@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 500.000

# Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali

Il progetto 1.6 "Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali" - WP5 "Tecnologie e metodologie per l'efficientamento energetico del trattamento delle acque reflue e della filiera del riutilizzo idrico" è finanziato nell'ambito della Ricerca di Sistema Elettrico Nazionale ed è gestito dal laboratorio SSPT-USER-T4W.

Il progetto ha l'obiettivo della sostenibilità e dell'uso efficiente delle risorse, principalmente energetiche, nel settore dei trattamenti delle acque reflue, che si configura quale sistema ad alto uso di energia, ma allo stesso tempo offre notevoli margini di efficientamento e di recupero di risorse, in linea con i principi dell'economia circolare.

La ricerca scientifica e tecnologica del settore della depurazione continua a portare allo sviluppo di apparecchiature e processi sempre più energeticamente efficienti, sia in virtù della riduzione dei consumi energetici, sia per la valorizzazione energetica dei fanghi e in generale per la produzione di energia in loco. Il problema principale è, però, la difficoltà e lentezza con cui il settore depurativo italiano si sta adeguando.

Nei Piani triennali della Ricerca di Sistema elettrico 2019-21 e 2022-24 si sono sviluppate tecnologie innovative, casi studio e strumenti per assistere i gestori dei servizi idrici nell'efficientamento degli impianti, anche per rispondere alla continua evoluzione della normativa.

Nel triennio 2019-21 sono stati valutati vari strumenti per la conversione degli impianti di depurazione in bioraffinerie per il recupero di risorse e di energia elettrica e termica, garantendo la qualità degli effluenti allo scarico.

Le attività del triennio 2022-24 hanno l'obiettivo dell'ulteriore sviluppo delle tecnologie già proposte e lo studio di nuove. Saranno inoltre ampliati gli strumenti per la valutazione di scenari di ottimizzazione energetica basati su approcci efficienti e circolari, per fornire ai gestori dati per il benchmark e definire le priorità di intervento. Inoltre, le attività saranno focalizzate sulle richieste energetiche della filiera del riutilizzo di reflui depurati in ambito agricolo, tramite l'analisi di casi studio. Verranno infine sperimentate nuove tecnologie di trattamento dei fanghi di depurazione per ottimizzare la gestione dello smaltimento, del recupero energetico e di materie prime (metano, syngas, char, bio-olio), in particolare mediante lo sviluppo di processi innovativi di upgrading del biogas e

trattamenti termici dei fanghi a scala di banco o pilota.

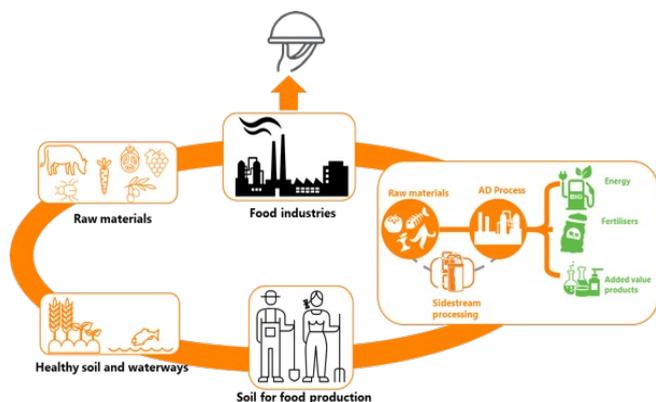
Tutte le attività sono volte a migliorare la sostenibilità economica e ambientale degli impianti di depurazione italiani, in ottica di obiettivi di circolarità e di perseguimento di un bilancio energetico autosufficiente e ad emissioni ridotte, in linea con gli obiettivi delineati dalla CE nella proposta di revisione della normativa sul trattamento delle acque reflue urbane.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Collaborano al WP in qualità di cobeneficiari Università di Bologna (DICAM) Università di Trento (DICAM) Università degli Studi di Napoli Federico II (DICEA) Università degli Studi di Roma Sapienza (DICMA)
<b>Laboratori e Centri ENEC</b>	Laboratorio Tecnologie per l'uso e gestione efficiente di acqua e reflui (coordinatore WP) Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali
<b>Referente tecnico</b>	Davide Mattioli davide.mattioli@enea.it
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 1.600.000

# DeliSoil: Delivering soil improvers from circular food production processes to boost soil health

Valorizzare i residui industriali della filiera alimentare e produrre ammendanti per migliorare la salute dei suoli è il principale obiettivo del progetto DELISOIL. Si stima che il 95% del nostro cibo venga prodotto direttamente o indirettamente sui nostri suoli. Un sistema basato sulla bioeconomia circolare riduce la dipendenza dagli input di produzione esterni, aumenta la resilienza del sistema alimentare e garantisce la sicurezza alimentare. Diverse industrie di trasformazione e produzione alimentare producono un'ampia gamma di residui con diverse caratteristiche e possibilità di utilizzo finale.



La catena del valore alimentare nel progetto DELISOIL

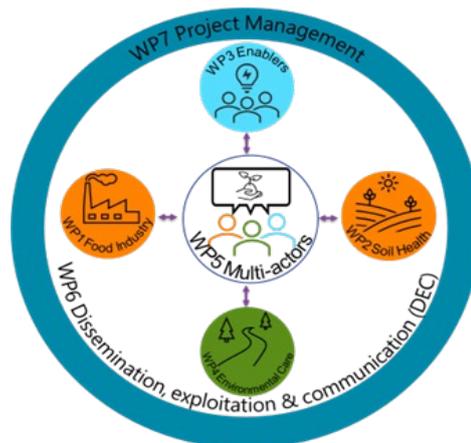
Secondo uno studio pubblicato nel 2016, nell'Unione Europea si producono circa 88 milioni di tonnellate di rifiuti alimentari all'anno. Subito dopo gli sprechi alimentari, la trasformazione degli alimenti si propone come la seconda fase di generazione di rifiuti nella filiera alimentare, contribuendo dal 12% al 41% dell'importo totale dei rifiuti alimentari.

La valorizzazione degli scarti agroalimentari prodotti dai processi di trasformazione dell'industria alimentare rappresenta una strategia sostenibile per migliorare il suolo e offre un notevole potenziale per recuperare i nutrienti dei fertilizzanti visto che i residui della lavorazione degli alimenti contengono sostanze nutritive e materia organica che sono componenti preziosi per mantenere una buona salute del suolo. Inoltre, l'industria della produzione e della trasformazione alimentare richiede ancora grandi volumi di acqua pulita, contribuendo inoltre allo scarico di sostanze nutritive e materia organica nei corsi d'acqua e nei corpi idrici di proprietà pubblica. Sostanze nutritive e materia organica che invece possono essere valorizzate e utilizzate come ammendanti, anziché andare sprecate. Gli attori dei sistemi alimentari devono riconoscere che

il riutilizzo dell'acqua e dei sottoprodotti alimentari è fondamentale per raggiungere la circolarità nel settore e contribuire alla salute del suolo.

Un'opportunità non ancora pienamente sfruttata risiede nella valorizzazione degli scarti dell'industria alimentare contenenti sostanze nutritive e materia organica (denominati soil improvers) che possono contribuire alla salute, alla fertilità e al ripristino del suolo, quando tali residui non possono essere utilizzati per altri usi di valore superiore (ad es. mangimi per animali o uso come sottoprodotti). Diverse industrie di trasformazione e produzione alimentare producono un'ampia gamma di residui con diverse caratteristiche e possibilità di utilizzo finale. La valorizzazione degli scarti agroalimentari prodotti dai processi di trasformazione dell'industria alimentare rappresenta una strategia sostenibile per migliorare il suolo e offre un notevole potenziale per recuperare i nutrienti dei fertilizzanti visto che i residui della lavorazione degli alimenti contengono sostanze nutritive e materia organica che sono componenti preziosi per mantenere una buona salute del suolo.

In questo contesto, l'obiettivo di DELISOIL è quello di contribuire al miglioramento dello stato di salute dei suoli Europei attraverso un approccio di bioeconomia circolare, ovvero utilizzando i nutrienti e la sostanza organica presenti nei residui della lavorazione degli alimenti come ammendanti, quando tali residui non possono essere utilizzati per altri usi di valore



Articolazione del progetto DELISOIL

superiore, riutilizzando le acque reflue e fornendo opportunità per trasformare i sottoprodotti in risorse preziose e sicure per contribuire alla salute del suolo. Il progetto si pone l'obiettivo di immettere sul mercato prodotti fertilizzanti sicuri e di alta



qualità, promuovendo l'obiettivo chiave della strategia Farm to Fork e della mission "A Soil Deal for Europe" grazie alla creazione di 100 laboratori viventi per guidare la transizione ecologica verso suoli sani entro il 2030. DeliSoil dimostrerà un percorso verso l'accesso aperto, la longevità, la sostenibilità e l'interoperabilità delle conoscenze e dei risultati attraverso una stretta collaborazione con l'EU Soil Observatory.

Il progetto è suddiviso in 7 Work Package (WPs):

- WP1 Flussi dei residui di lavorazione dell'industria alimentare
- WP2 Miglioramento della salute del suolo
- WP3 Fattori abilitanti per la conversione di sottoprodotti e rifiuti alimentari in ammendanti e prodotti fertilizzanti
- WP4 Rischi ambientali e sostenibilità
- WP5 Laboratori aperti, multi-attori e socioeconomia
- WP6 Disseminazione, sfruttamento e comunicazione

**DeliSoil**  
Delivering soil improvers from circular food production processes to boost soil health



---

**Partner industriali e di ricerca**

Coordinatore: LUKE Natural Resources Institute Finland, Finland  
Uvic, Fundacio Universitaria Balmes, Spain;  
Proman, Proman Management Gmbh, Austria;  
Meeri, Mineral and Energy Economy Research Institute of The Polish Academy Of Sciences, Poland; Erinn Innovation Limited, Ireland;  
UCPH, University of Copenhagen, Denmark;  
UHOH, University of Hohenheim, Germany;  
Ule, Universidad de Leon, Spain;  
Cinsa, Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali, Italy;  
Yara International Asa;  
Ruoka, Finnish Food Authority, Ruokavirasto, Finland;  
Pji, Pyhäjärvi Institute, Switzerland;  
Fibl, Research Institute of Organic Agriculture

---

**Laboratori e Centri ENEA**

Centri di ricerca di Casaccia, Trisaia, Brindisi

---

**Responsabile del progetto**

Annamaria Bevivino  
[annamaria.bevivino@enea.it](mailto:annamaria.bevivino@enea.it)

---

**Finanziamento Progetto**

€ 681.840 Rimborsato interamente dalla U.E.

---



## Territorio e città

---

# NETWAP: per la gestione 'intelligente' dei rifiuti

Il progetto NETWAP ha avuto per scopo lo sviluppo di un modello sostenibile di gestione dei rifiuti, con particolare riguardo alla riduzione della plastica e della frazione organica, rivolto a piccoli centri turistici che si affacciano sulla costa adriatica. In particolare, è stata sperimentata l'applicazione della pratica del compostaggio su piccola scala e proposto un sistema di gestione per la plastica raccolta in spiaggia, a beneficio di località spesso lontane dai servizi di raccolta e trattamento che nella stagione estiva subiscono una notevole pressione turistica legata o a bellezze naturalistiche o alla presenza di siti archeologici. Il progetto ha consentito di superare le pratiche esistenti nella gestione della frazione organica, sostenendo le autorità locali e gli operatori economici, attraverso metodologie convertite in strumenti di politica locale, una formazione mirata e la fornitura della tecnologia stessa. È stato dunque compiuto il primo passo verso l'adozione di un approccio transfrontaliero dei rifiuti basato su un'efficace cooperazione internazionale e in sintonia con la gerarchia dei rifiuti dell'Unione europea e con i principi dell'economia circolare. Le esperienze pilota sono state effettuate nel comune di Fossalto (CB, Italia) e nell'isola di Ist facente parte della provincia di Zara (Croazia). La cooperazione tra istituzioni pubbliche e private italiane e croate ha permesso di elaborare e proporre metodologie operative e documenti di policy per la promozione di una normativa per le regioni interessate. Di seguito sono riportati i principali risultati raggiunti:

- primo caso di introduzione di raccolta differenziata della frazione organica in una piccola isola dell'arcipelago dalmata (Croazia) e primo caso di introduzione del compostaggio di prossimità nella regione Molise;
- risparmio nei trasferimenti della frazione organica ad impianti regionali di trattamento, per un totale di circa 1700 km in un anno per Fossalto e 1040 km in un anno per l'isola di Ist; in termini ambientali si beneficia di una riduzione del potenziale di riscaldamento globale (GWP) pari a 1400 kg CO<sub>2</sub> eq/t di frazione organica trattata per Fossalto e di una riduzione di GWP pari a 910 kg CO<sub>2</sub> eq./t per l'isola di Ist;
- minori costi da danno ambientale (minore consumo di risorse e minore produzione delle emissioni): poco meno di 5000 €/t per Fossalto e ca. 6500 €/t per l'isola di Ist;
- monitoraggio in mare di microplastiche utilizzando rete di tipo "manta" (apertura 300 μm) a largo delle coste e filtro galleggiante nei porti; rilevata una concentrazione di microplastiche da 0,3 a 1,8 microplastiche/m<sup>3</sup>;

- con riferimento ai dati del 2020, è stimata una riduzione del costo di gestione per il comune di Fossalto da 271 a 222 €/t di rifiuto trattato; per l'isola di Ist, una riduzione del costo di trasporto da 615 a 189 €/t.

Il progetto NETWAP, finanziato dal bando Interreg Italia-Croazia con un budget di 1.480,00 milioni di euro, ha visto la partecipazione, per l'Italia, di ENEA, Unioncamere del Veneto, Fondazione Fenice Onlus di Padova e GAL Molise verso il 2000 e, per la Croazia, del Comune di Zara (capofila del progetto), Istituto Ruder Bošković (Istituto Nazionale di Ricerca Croato analogo al CNR Italiano) e Čistoća (Azienda della provincia di Zara responsabile per la gestione dei rifiuti).



## Laboratori e Centri ENEA

Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali: Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali, Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Modelli e Tecnologie per la riduzione degli impatti antropici e dei rischi naturali; Laboratorio Tecnologie per la dinamica delle Strutture e la Prevenzione del rischio sismico e idrogeologico, Sezione Supporto al coordinamento delle attività sull'Economia Circolare Tecnologie per il riuso, il riciclo, il recupero e la valorizzazione di rifiuti e materiali  
Centro Ricerche Casaccia

## Referente tecnico

Lorenzo Maria Cafiero  
lorenzo.cafiero@enea.it

# BIOCIRCULARCITIES: Modelli e soluzioni circolari per una gestione efficiente e sostenibile dei rifiuti organici

La bioeconomia circolare è un modello di gestione che nasce dall'integrazione tra bioeconomia ed economia circolare, con l'obiettivo di dare un forte impulso alla transizione ecologica. In particolare, la bioeconomia circolare si propone di valorizzare i rifiuti organici e altre biomasse di scarto, mediante la realizzazione di prodotti ad alto valore aggiunto.

Il progetto BIOCIRCULARCITIES "Exploring the circular bioeconomy potential in cities. Proactive instruments for implementation by policy makers and stakeholders" (<https://biocircularcities.eu/>), finanziato dal Bio-based Industries Joint Undertaking (JU) nell'ambito del programma di Ricerca e Innovazione dell'Unione Europea Horizon 2020 (Grant Agreement No 101023516), ha avuto come obiettivo l'accelerazione della transizione verso la bioeconomia circolare urbana, attraverso lo sviluppo di nuovi modelli innovativi di gestione efficiente e sostenibile dei rifiuti organici in tre aree pilota. Il progetto biennale, iniziato a ottobre 2021, ha voluto stimolare la collaborazione tra tutti gli attori della filiera dei rifiuti organici, attraverso un approccio partecipativo, coinvolgendo i 4 segmenti della "quadrupla elica": industria, scienza, società civile e politica. A tal fine, sono stati organizzati eventi, iniziative e living labs, per promuovere la 'conoscenza collaborativa', necessaria a mappare potenzialità normative e di mercato, e per favorire lo sviluppo della bioeconomia circolare. In dettaglio, nel progetto è stata finalizzata l'analisi di tre diversi casi pilota, ognuno dei quali focalizzato su una specifica catena del valore: la frazione organica dei rifiuti solidi urbani nell'Area Metropolitana di Barcellona (Spagna), gli scarti agro-industriali nella Città Metropolitana di Napoli (Italia) ed i rifiuti organici del settore forestale nella Provincia di Pazardzhik (Bulgaria). Per ogni caso pilota, è stato analizzato l'attuale modello di gestione dei rifiuti organici e, alla luce delle barriere ed opportunità legate alle normative locali vigenti, sono state valutate potenziali soluzioni basate sui principi della bioeconomia circolare. I risultati ottenuti dalle analisi di Life Cycle Assessment e Life Cycle Costing possono essere utilizzati come:

- Benchmarking o punto di riferimento per altre iniziative di bioeconomia;
- Linee guida per le aziende e le organizzazioni di gestione dei rifiuti organici;
- Strumento decisionale per i governi locali per decisioni politiche migliori e più informate;
- Approfondimenti sui materiali derivati dai rifiuti organici per lo sviluppo di prodotti ad alto valore aggiunto.

Dalla valutazione della sostenibilità ambientale ed economica,

secondo l'approccio di Life Cycle Thinking, e dallo studio degli aspetti normativi, alla base delle tre diverse filiere analizzate, sono state sviluppate raccomandazioni politiche e linee guida per promuovere la bioeconomia circolare, non solo a livello locale, ma anche attraverso modelli replicabili sulla più ampia scala europea. Inoltre, è stato realizzato un web-tool, già disponibile online, per supportare gli esperti e i decisori politici nell'identificazione delle tecnologie più adatte a migliorare il trattamento e la gestione dei rifiuti organici.



## Partner industriali e di ricerca

Oltre ad ENEA, collaborano al progetto Fundació ENT (Spagna) in qualità di coordinatore, Area Metropolitana de Barcelona (Spagna), Luxembourg Institute of Science and Technology (Lussemburgo), Association des Villes et Regions pour la Gestion Durable des Ressources (Belgio), CIVITTA Eesti AS (Estonia), Regionalna Energiina Agencia Pazardjik Sdruzenie - Regional Energy Agency of Pazardjik (Bulgaria) e Città Metropolitana di Napoli (Italia).

## Laboratori e Centri ENEA

Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali

## Referente tecnico

Amalia Zucaro  
[amalia.zucaro@enea.it](mailto:amalia.zucaro@enea.it)

## Finanziamento Progetto

€ 999.893,75 (finanziamento del progetto)  
€ 154.138,75 (finanziamento per ENEA)

Bio-based Industries Joint Undertaking (JU) under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101023516. The JU receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and the Bio-based Industries Consortium.

# Value CE-IN

La gestione delle acque reflue municipali ed industriali viene solitamente condotta con una logica end-of-pipe con l'obiettivo primario di rispettare i limiti per lo scarico degli effluenti depurati e lo smaltimento dei fanghi di supero. Ne consegue che il potenziale di recupero di risorse primarie (in primis la risorsa idrica, nonché i fanghi di supero e gli elementi nutrienti), oltre che di valorizzazione ed efficientamento energetico, venga poco sfruttato. Allo stesso tempo, l'impatto sempre più evidente dei cambiamenti climatici con fenomeni siccitosi e le problematiche di contaminazione delle acque superficiali e sotterranee, rendono indispensabile il ricorso a risorse idriche non convenzionali. Il progetto Value CE-IN (VALorizzazione di acque reflue e fanghi in ottica di economia Circolare e simbiosi Industriale), finanziato nell'ambito del POR-FESR 2014-2020 della Regione Emilia Romagna, si inserisce in questo contesto, per implementare approcci di economia circolare e simbiosi industriale nella gestione delle acque reflue municipali ed industriali, per migliorare la sostenibilità ambientale ed energetica e introdurre nuovi scenari e modelli di business. Il progetto mira a:

- sviluppare sistemi smart per il monitoraggio della qualità degli effluenti e a controllare in tempo reale il loro riutilizzo in ambito agricolo, secondo i requisiti delle normative di settore (D.M. 185/2003; Proposta di regolamento COM(2018) 337);
- valutare gli effetti del riuso di acque reflue trattate sulla funzionalità di un sistema prototipale di micro-irrigazione (drip-irrigation) e sul sistema pianta/suolo, tramite allestimento di una parcella sperimentale dedicata;
- testare e validare biotecnologie innovative per il reimpiego delle materie prime seconde risultanti dal trattamento delle acque reflue (alghe, carboni vegetali o bio-char e bio-oli) nell'ambito delle filiere agro-industriali ed energetiche;
- potenziare la piattaforma software di simbiosi industriale e promuovere lo sviluppo di nuovi modelli di business per la chiusura dei cicli e lo scambio di materie prime seconde, tecnologie ed energia nel tessuto produttivo regionale.

Inoltre, tra le attività che vedono il coinvolgimento diretto del laboratorio LEA-ENEA, particolare attenzione viene rivolta alla sicurezza ambientale e sanitaria in relazione alle pratiche di riutilizzo idrico e valorizzazione agronomica dei fanghi, per individuare contaminanti emergenti e microplastiche nelle acque reflue in ingresso ed uscita dagli impianti di depurazione ed in corrispondenza di specifiche sezioni di trattamento, al fine di valutare i livelli di contaminazione delle acque depurate e l'efficacia delle tecnologie di processo convenzionali ai fini

della loro rimozione. Rispetto alle microplastiche, il progetto vuole colmare l'attuale gap di conoscenza sulle metodiche di campionamento e le procedure analitiche di determinazione univoca, mentre verranno testate differenti biotecnologie (processi di ossidazione avanzata, microalghe) per il trattamento depurativo di contaminanti emergenti (es. bisfenolo, ftalati, antibiotici) sebbene non specificamente normati. Il progetto viene condotto con il supporto del gruppo di lavoro ENEA che include Gianpaolo Sabia, Roberta Guzzinati, Marco Ferraris, Carmela Cellamare, Simone Busi.



VALUE CE-IN

<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Università di Bologna, Università di Ferrara, Politecnico di Milano, CNR
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Laboratorio ENEA per l'Ambiente (LEA)
<b>Responsabile scientifico</b>	Luigi Petta <a href="mailto:luigi.petta@enea.it">luigi.petta@enea.it</a>
<b>Referente tecnico</b>	Gianpaolo Sabia <a href="mailto:gianpaolo.sabia@enea.it">gianpaolo.sabia@enea.it</a>

# GST4Water: per l'utilizzo sostenibile della risorsa idrica negli edifici e in ambito urbano

Il progetto GST4Water-Green-SmartTechnology, finanziato nell'ambito del programma POR-FESR 2014-2020 della Regione Emilia-Romagna e che ha visto ENEA coinvolto in qualità di partner, ha avuto come principale finalità la messa a punto di soluzioni hardware e software che consentano un uso consapevole della risorsa idrica a livello di singolo utente ed il riutilizzo delle acque grigie e meteoriche all'interno degli edifici. Per quanto riguarda l'utilizzo sostenibile della risorsa idrica il sistema sviluppato consente di effettuare il monitoraggio in tempo reale dei consumi di acqua a livello di singolo utente e di restituire i dati opportunamente elaborati sia al gestore del servizio idrico che al consumatore. Esso è composto da una parte hardware, vale a dire l'interfaccia di raccolta dati / trasmettitore denominata "kit" e da una parte software rappresentata da un database su cloud e da piattaforme Internet di comunicazione-organizzazione-visualizzazione dei dati raccolti. Il "Kit", realizzato mediante single board computer a basso costo, raccoglie ogni cinque minuti i dati provenienti dagli smart meter installati su ogni singola utenza. Le informazioni raccolte sono inviate al database su cloud e i dati vengono quindi organizzati, archiviati ed elaborati per: evidenziare anomalie, calcolare i valori medi di consumo a diverse scale temporali, fornire report di possibili perdite nel sistema idrico all'interno dell'edificio. Il sistema di monitoraggio sviluppato ha permesso di ottenere una serie di risultati utili sia per i servizi idrici, in termini di gestione della rete idrica, sia per gli utenti, in termini di conoscenza dei propri comportamenti. A livello distrettuale, ad esempio, è stato possibile effettuare un bilancio di massa tra la quantità di acqua introdotta nella rete e l'acqua effettivamente consumata. Questa operazione ha permesso di evidenziare una perdita presente sulla rete di distribuzione. Inoltre, l'analisi di circa un anno di monitoraggio dei dati relativi al consumo complessivo per ciascun utente ha evidenziato un totale di 276 eventi di perdita suddivisi in tre categorie di entità: 84 perdite inferiori a 1 L /h, 138 perdite tra 1 e 10 L /h e 54 perdite in più di 10 L /h. Nell'ambito delle azioni atte a favorire la riduzione del consumo di acqua a livello di edificio attraverso il sistema di raccolta delle acque piovane (RWS) e delle acque grigie (GWS) è stato sviluppato un applicativo web basato su un modello matematico calibrato con i dati di consumo ottenuti all'interno del progetto stesso in grado di guidare il progettista nel dimensionamento dei serbatoi di stoccaggio delle acque grigie e delle acque piovane.

Il modello tiene conto delle condizioni climatiche locali delle principali città dell'Emilia Romagna e delle diverse configura-

zioni del sistema di recupero (RWS o entrambi i sistemi RWS e GWS) e delle proprietà dell'edificio (tipo di superficie di raccolta della pioggia, numero e qualità delle utenze presenti ed eventuale presenza di green technologies quali tetti verdi).

I risultati ottenuti mostrano chiaramente come la configurazione del sistema e la domanda di acqua non potabile possano variare in modo significativo l'efficienza di risparmio idrico a livello di edificio (ad esempio la presenza di un giardino). Nonostante l'utilizzo del solo RWS consenta di ridurre il consumo di acqua potabile in edifici senza giardino anche attraverso l'installazione di un piccolo serbatoio (2 m<sup>3</sup>), nel caso si debbano soddisfare anche le esigenze del giardinaggio le simulazioni mostrano come solo la presenza di un afflusso di acque grigie determini un aumento sostanziale dell'efficienza di risparmio idrico.

Il progetto GST4Water è stato condotto con il supporto del gruppo di lavoro ENEA che include: Marco Ferraris, Davide Mattioli, Gianpaolo Sabia.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Università di Bologna, Università di Ferrara, Politecnico di Milano, CNR
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Tecnologie per l'uso e gestione efficiente di acqua e reflui
<b>Referente tecnico</b>	marco.ferraris marco.ferraris@enea.it

# GoBiom e +GAS: i progetti per il recupero di materia ed energia da scarti organici e inorganici

Il superamento degli attuali modelli di sviluppo industriale, tipicamente basati su approcci lineari di gestione delle risorse, è prioritario soprattutto per i settori produttivi caratterizzati da un elevato grado di produzione di scarti e rifiuti che rappresentano un'importante voce di costo oltre che un problema di natura ambientale. In tale scenario, il laboratorio ENEA di Tecnologie per l'uso e la gestione efficiente di acqua e reflui (T4W) da diversi anni è impegnato a sviluppare e a validare sistemi sempre più efficienti e a basso impatto ambientale per minimizzare gli scarti da smaltire e per favorire lo scambio di materia ed energia tra diversi settori produttivi, in linea con i dettami dell'economia circolare. Le attività di ricerca più recenti riguardano l'ottimizzazione della filiera di produzione del biometano attraverso l'implementazione di tecnologie che mirano a massimizzare i ritorni complessivi di energia e materia dal trattamento flussi organici. In particolare, nell'ambito del progetto GoBiom - Ottimizzazione tecnologica filiera biometano, finanziato dalla Regione Emilia-Romagna attraverso il programma POR-FESR 2014-2020 (Asse 1: Ricerca e Innovazione), a cui il laboratorio LEA-ENEA ha partecipato in qualità di partner, è stato sviluppato su scala pilota un processo di pretrattamento meccanico-biologico di scarti di produzione agricola (es. bucce di pomodoro, vinacce) caratterizzati da una particolare struttura (es. presenza di componenti fibrose e lignino-cellulosiche) che li rende scarsamente biodegradabili.

Il processo, basato sull'implementazione della cavitazione idrodinamica in accoppiamento con l'idrolisi biologica, consente di migliorare le rese in termini di produzione di biogas e di produrre intermedi metabolici (acidi grassi volatili) che possono essere ad esempio sfruttati per produrre bioplastiche. Nell'ambito del progetto +GAS - Produzione di biometano da energia elettrica rinnovabile, anch'esso finanziato dal programma POR-FESR 2014-20120 della Regione Emilia-Romagna, le azioni condotte dal laboratorio LEA-ENEA hanno riguardato il recupero e la valorizzazione dei flussi di CO<sub>2</sub> generati nei processi di digestione anaerobica attraverso l'implementazione, sempre su scala pilota, di un processo biologico che sfrutta la capacità di microrganismi cosiddetti idrogenotrofi di catalizzare la trasformazione in biometano a partire da idrogeno e CO<sub>2</sub>. Si tratta di un chiaro esempio di economia circolare poiché il biometano così prodotto può essere immesso nella rete di distribuzione del gas naturale, utilizzato nei trasporti o per altri usi industriali.



**GoBiom**  
Ottimizzazione tecnologica filiera biometano

**+GAS**

**Laboratori e Centri ENEA**

Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Tecnologie per l'uso e gestione efficiente di acqua e reflui

**Responsabile scientifico**

Luigi Petta  
[luigi.petta@enea.it](mailto:luigi.petta@enea.it)

**Referente tecnico**

Antonio Giuliano  
[antonio.giuliano@enea.it](mailto:antonio.giuliano@enea.it)

# Recupero e valorizzazione energetica negli impianti di depurazione municipali

**G**li impianti di trattamento reflui oggi in uso sono stati progettati e realizzati senza dare priorità al contenimento dei consumi energetici, in quanto le richieste legislative erano esclusivamente rivolte alla capacità di rimozione degli inquinanti. La gestione del ciclo idrico risulta particolarmente energivora, con sensibili incidenze sulla bolletta energetica dell'ordine del 2-3% per il contesto italiano, di cui l'1% connesso alla sola gestione delle acque reflue (Campanelli, 2013). Nonostante gli attuali sistemi di trattamento reflui siano generalmente molto efficaci, è necessario un cambio di paradigma per ottimizzare l'utilizzo ed il recupero di energia e materie prime seconde in accordo coi principi di sostenibilità e di economia circolare ed in linea con i target di riduzione del 20% al 2020 (Direttiva 2012/27/UE). Nell'ambito del Progetto ES-PA Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione, in collaborazione con l'Agenzia per la Coesione Territoriale, il Laboratorio Tecnologie per l'uso e gestione efficiente di acqua e reflui ha sviluppato le Linee Guida per l'efficienza energetica negli impianti di trattamento reflui (Linea 2.3.5) e per la produzione di energia dalle acque reflue (Linea 2.3.6). Le Linee Guida evidenziano che esiste un ampio margine di efficientamento energetico del settore depurativo, considerando che le acque reflue contengono circa cinque/dieci volte l'energia necessaria al loro trattamento (WERF, 2014). L'energia è contenuta nei reflui sotto forma chimica, termica e, in minore quantità, cinetica, ma l'unica che viene attualmente sfruttata su larga scala, anche se in misura inferiore alla potenzialità, è la frazione chimica. A livello nazionale ed internazionale esistono già diversi impianti di trattamento dei reflui con produzione di metano, contenuto nel biogas prodotto dai processi di digestione anaerobica dei reflui o dei fanghi. E sistemi innovativi di trattamento dei reflui potrebbero rendere autonomi gli impianti di depurazione dalle richieste energetiche esterne. Combinando la produzione di energia con processi innovativi di trattamento reflui (per mantenere gli indispensabili obiettivi di qualità delle acque allo scarico), in un futuro non lontano, gli impianti di depurazione potrebbero trasformarsi in sistemi di produzione di energia rinnovabile (Spagni et al., 2016). Ulteriore margine di azione viene offerto in termini di analisi e classificazione dei consumi energetici per i quali, ad oggi, non sono disponibili metodologie mature a differenza di quanto accade per altri settori come ad esempio quello edilizio.

In tale ambito, è stata messa a punto una procedura per la valutazione dell'efficienza energetica negli impianti di depurazione: dopo un'indagine preliminare finalizzata alla realizzazione di un database di riferimento dei consumi energetici dei processi depurativi, sono stati definiti specifici indicatori di performance energetica (KPIs-Key Performance Indicators) in relazione alle classi dimensionali impiantistiche (abitanti equivalenti trattati, carichi volumetrici influenti) ed alle efficienze di rimozione osservate. Su questa base è stata effettuata una prima analisi di benchmarking per valutare i potenziali margini di miglioramento e, successivamente, tramite tecniche di aggregazione lineare dei KPI, è stata messa a punto una procedura per la determinazione di un indice di consumo globale (GEI- Global Energetic Index) per poter introdurre classi di efficienza energetica e assegnare un'etichetta (labelling) per la valutazione dei livelli prestazionali degli impianti di trattamento.



<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Tecnologie per l'uso e gestione efficiente di acqua e reflui
<b>Referente scientifico linea 2.3.5</b>	Luigi Petta <a href="mailto:luigi.petta@enea.it">luigi.petta@enea.it</a>
<b>Referente scientifico linea 2.3.6</b>	Alessandro Spagni <a href="mailto:alessandro.spagni@enea.it">alessandro.spagni@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 83.000

# Joint Cooperation Agreement ENI-ENEA: Progetto trattamento fanghi biologici

La gestione sostenibile dei fanghi biologici di depurazione rappresenta un obiettivo ambizioso non solo nel sistema idrico integrato ma anche in quei settori industriali dove, per la natura e le caratteristiche dei fanghi generati, il loro recupero in agricoltura non è perseguibile e il destino finale è spesso rappresentato dallo smaltimento in discarica, con aggravio dei costi di gestione e dell'impatto ambientale. Se da un lato la normativa europea e nazionale invitano ad approcci gestionali di economia circolare, dall'altro la carenza impiantistica spesso non permette di trovare delle soluzioni alternative a questa tipologia di smaltimento.

Il questo panorama il progetto "trattamento dei fanghi biologici", nell'ambito del Joint Cooperation Agreement stipulato tra Eni ed ENEA, ha l'obiettivo di sviluppare degli scenari per il trattamento di fanghi biologici di depurazione industriali e civili nell'ottica del recupero di energia e materia. Il progetto si propone di individuare possibili alternative di gestione e trattamento che siano in grado di ridurre l'impatto ambientale legato alle attuali modalità di smaltimento previste per i fanghi di depurazione, coniugando i vantaggi ambientali alla riduzione dei costi di gestione.

Il progetto prevede l'analisi generale dei trattamenti attualmente applicati in ciascun contesto e, contemporaneamente, l'esecuzione di caratterizzazioni analitiche a supporto della individuazione dei possibili scenari di trattamento (es. potenziale recupero di energia mediante biometano). Per ciascun sito di interesse verranno successivamente elaborate diverse alternative tecnologiche e progettuali, di cui verrà valutata la fattibilità tecnica ed economica, anche mediante il supporto di bilanci energetici.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Eni SpA
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Laboratorio SSPT-USER-T4W: Tecnologie per l'uso e gestione efficiente di acqua e reflui. Bologna. Laboratorio SSPT-USER-RISE: Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali. Bologna. Laboratorio T4RM: Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali. Casaccia
<b>Referente tecnico</b>	Silvia Di Fabio <a href="mailto:silvia.difabio@enea.it">silvia.difabio@enea.it</a>
<b>Referente Progetto</b>	Grazia Barberio <a href="mailto:grazia.barberio@enea.it">grazia.barberio@enea.it</a>
<b>Referente Eni</b>	Daniele Balducci <a href="mailto:daniele.balducci@eni.com">daniele.balducci@eni.com</a>

# DECORUM: DEMolition and CONstruction Recycling Unified Management

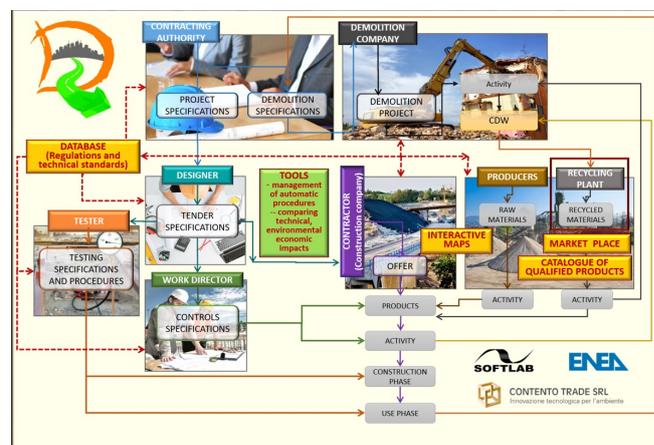
Il progetto DECORUM (DEmolition and CONstruction Recycling Unified Management)<sup>1</sup> si inserisce nel più ampio contesto dello sviluppo dell'economia circolare in edilizia e si propone di rendere disponibili strumenti per una gestione trasparente, efficiente, completa e agile della filiera dei materiali inerti, in particolare di quelli riciclati, e di facilitare una gestione unificata di tutte le fasi di realizzazione delle opere pubbliche superando l'attuale frammentazione. L'idea progettuale nasce dall'analisi dei bisogni nel settore della bioedilizia e del mercato degli appalti verdi e mira ad affrontare le problematiche relative alla scarsa disponibilità di strumenti e formazione adeguata e le criticità nell'applicazione dei più recenti indirizzi e normative in tema di Green Public Procurement e di caratteristiche prestazionali dei materiali. Nell'ambito del progetto è stata realizzata una piattaforma multi-user (Piattaforma DECORUM) come strumento di supporto ai diversi attori coinvolti nel ciclo di vita delle opere pubbliche quali committenti/stazioni appaltanti; progettisti, direttori dei lavori, collaudatori, laboratori di analisi, imprese di costruzione e demolizione, produttori di materiali riciclati per l'edilizia e gestori di impianti di trattamento e produzione di aggregati riciclati. La piattaforma si articola in diverse sezioni e moduli di accesso/interfacce per i vari utenti e consente la gestione integrata delle varie fasi, garantendo il rispetto delle prescrizioni normative ed ambientali.

I principali contenuti sono:

- un database normativo che traduce le norme tecniche e ambientali in voci di capitolato con specifiche prestazionali delle singole lavorazioni e/o specifiche tecniche e ambientali di componenti e materiali;
- un catalogo-listino di materiali edili, definiti dai produttori/venditori catalogati secondo parametri prestazionali e ambientali con relative certificazioni e con sistema di localizzazione;
- un database per la pubblicazione degli esiti di tutte le analisi di laboratorio svolte sui prodotti;
- un set di strumenti a supporto della progettazione, nelle sue diverse fasi di sviluppo, e della direzione lavori;
- un set di strumenti a servizio delle stazioni appaltanti per la pubblicazione di capitolati tecnico-prestazionali di gara, la registrazione delle offerte e la verifica del rispetto dei requisiti richiesti dai capitolati;
- uno strumento per la stima semplificata degli impatti ambientali e della circolarità. I

Il progetto DECORUM per il settore dell'edilizia L'utilizzo della piattaforma da parte delle stazioni appaltanti e di con-

seguenza da parte di tutti gli altri soggetti consentirà una maggiore trasparenza ed efficacia nella gestione delle opere, una semplificazione delle procedure ed una facilitazione dei processi. Consentirà alle pubbliche amministrazioni di migliorare la capacità nell'attuare l'efficienza delle risorse rendendo applicabile e applicato il Green Public Procurement (GPP) ed il rispetto dei criteri ambientali minimi (CAM) resi obbligatori in Italia ma con ancora diverse difficoltà nell'implementazione. A valle di un diffuso utilizzo della piattaforma si renderanno disponibili dati e informazioni utili quali ad esempio: numero di progetti/opere realizzate nel rispetto del GPP e dei CAM, flussi di risorse/rifiuti coinvolti, tasso di riutilizzo di prodotti riciclati, caratteristiche prestazionali e ambientali dei materiali utilizzati, riduzione dei rifiuti prodotti durante le lavorazioni, parametri ambientali e di circolarità degli interventi. Tali informazioni saranno utili per monitorare l'applicazione dei CAM, lo stato di attuazione di soluzioni sostenibili e il livello di circolarità del settore.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Softlab SpA, Contenuto Trade
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali Centro Ricerche Casaccia (Roma)
<b>Referente tecnico</b>	Antonella Luciano antonella.luciano@enea.it
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 625.510,69

# FEEDSCHOOLS: Financing Environmental and Energy efficiency Development in Schools

Il progetto europeo FEEDSCHOOLS, "Financing Environmental and Energy efficiency Development in Schools", <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/FEEDSCHOOLS.html>, è stato finanziato dal programma europeo Interreg Central Europe 2014-2020.

Il progetto è stato coordinato dal Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali (RISE) di ENEA e ha avuto una durata di trentasei mesi (09/2017 – 08/2020), coinvolgendo dieci partner di sette Paesi europei: Austria, Croazia, Italia, Polonia, Repubblica Ceca, Slovenia, Ungheria. Obiettivo principale del progetto è stato quello di fornire alle Autorità Locali nuove soluzioni, sia tecniche che finanziarie, per implementare le attività di ristrutturazione degli edifici scolastici dell'Europa Centrale orientate all'approccio nearly Zero Energy Building (nZEB). L'approccio innovativo di FEEDSCHOOLS consiste nello sviluppo di un kit di strumenti transnazionali disponibili gratuitamente per facilitare il processo di programmazione degli interventi di ristrutturazione nZEB in tutte le sue fasi: dalla semplificazione degli audit energetici, attraverso l'assistenza nella selezione delle migliori tecnologie disponibili per l'attuazione della ristrutturazione, alla scelta dei meccanismi finanziari innovativi a supporto degli investimenti pubblici nella ristrutturazione.

In particolare, gli output del progetto FEEDSCHOOLS compresi nel kit sviluppato sono i seguenti:

- Energy and Resource Efficiency Application: app per il calcolo del risparmio energetico e la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, risultato dell'implementazione di diverse misure di efficienza energetica e fonti rinnovabili;
- Database focalizzato sulle nuove tecnologie e buone pratiche per l'efficienza energetica: tecniche innovative, materiali, componenti e sistemi per la ristrutturazione degli edifici scolastici esistenti e per la conversione di questi in edifici nZEB;
- Financial Application: app con i meccanismi di finanziamento di successo disponibili in Europa Centrale che consentirà agli enti pubblici di sostenere i costi di ristrutturazione delle scuole nZEB.

Questi strumenti sono stati validati con azioni pilota grazie alla partecipazione di 54 scuole situate nei Paesi partner e sono stati adattati e armonizzati con l'obiettivo di essere utilizzati all'interno di piani energetici locali.

Il progetto ha inoltre previsto un percorso formativo focalizzato sul cambiamento comportamentale nelle scuole pilota, organizzando lezioni e giornate di formazione rivolte a inse-

gnanti e studenti con il coinvolgimento dei portatori di interesse.

Nell'ambito del progetto FEEDSCHOOLS è stato realizzato inoltre un corso di formazione in lingua inglese rivolto alle Autorità Locali, ai professionisti, al personale scolastico, agli studenti e ricercatori per implementare le conoscenze in materia di ristrutturazione degli edifici scolastici orientata all'approccio nZEB. È suddiviso in 5 blocchi tematici, ognuno suddiviso in diversi moduli. Il corso è disponibile on-line: [http://formazione.enea.it/el\\_feedschools](http://formazione.enea.it/el_feedschools)



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	ENEA, Italia (coordinatore di progetto) Agenzia dell'energia di Graz, Austria Città di Spalato, Croazia HEP ESCO, Croazia Comune di Udine, Italia Città di Varsavia, Polonia Centro di Ricerca per l'innovazione Pro-Akademia, Polonia ENVIROS, Repubblica Ceca Agenzia dell'energia regione bassa Podravina, Slovenia Città di Bistrica, Slovenia Agenzia per lo sviluppo regione di Zala, Ungheria
<b>Referenti tecnici</b>	Arianna Dominici Loprieno <a href="mailto:arianna.dominici@enea.it">arianna.dominici@enea.it</a> Rovena Preka <a href="mailto:rovena.preka@enea.it">rovena.preka@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 1.971.837

# EFFICIENT BUILDINGS

Il progetto europeo Efficient Buildings, <https://efficient-buildings.interreg-med.eu/>, è stato finanziato dal programma europeo Interreg Med 2014-2020.

Il progetto, della durata di trentasei mesi (09/2019 – 06/2022), è stato coordinato dalla Città di Nizza coinvolgendo sette partner di cinque Paesi europei: Italia, Francia, Grecia, Spagna, Portogallo. Il Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali (RISE) di ENEA ha partecipato in qualità di partner di progetto.

Obiettivo principale del progetto è stata la capitalizzazione dei risultati di progetti finanziati dal programma Med, istituendo una comunità, l'Efficient Buildings Community, punto di riferimento transnazionale nell'area mediterranea sul tema dell'efficienza energetica negli edifici pubblici, e creando una piattaforma condivisa per l'area MED che raccolga le soluzioni innovative di efficienza energetica sviluppate dai progetti, amplificando il loro impatto sulle politiche pubbliche e di supporto alle Amministrazioni Locali. La comunità riunisce autorità pubbliche locali e nazionali, agenzie energetiche, imprese e organizzazioni di ricerca per lo scambio di metodologie, esperienze e strumenti sull'efficienza energetica negli edifici pubblici della regione mediterranea.

ENEA, in particolare, ha partecipato al progetto Efficient Buildings per capitalizzare gli strumenti sviluppati nel progetto europeo Interreg Med TEESCHOOLS, Transferring Energy Efficiency in Mediterranean Schools, di cui è stato il coordinatore. Si tratta di strumenti creati per semplificare e supportare le diagnosi energetiche degli edifici pubblici scolastici, favorendo il processo di riqualificazione energetica, <https://teeschools.interreg-med.eu/>.

Nell'ambito del progetto, in particolare, è stata realizzata l'Interreg MED Academy, un'iniziativa congiunta di progetti finanziati dal programma Interreg Med in cui sono resi disponibili gli strumenti sviluppati dai progetti stessi. L'obiettivo generale è creare una piattaforma on-line quale opportunità di apprendimento per i futuri decisori pubblici locali dell'area mediterranea nell'ambito dello sviluppo sostenibile. Il progetto Efficient Buildings è stato coinvolto nella realizzazione del modulo "Achieving green living areas, from buildings to cities and territories", in cui sono disponibili video-lezioni registrate, materiale didattico, esercizi interattivi. In tale modulo ENEA ha presentato le attività e gli strumenti sviluppati nel progetto TEESCHOOLS, <https://www.interreg-euro-med-academy.eu/mod/page/view.php?id=137>.



Project co-financed by the European Regional Development Fund

<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Città Di Nizza, Francia (coordinatore di progetto) Energy Cities Association, Francia CRES (Center For Renewable Energy Sources And Saving), Grecia University of Patras, Grecia ENEA, Italia Fondazione CMCC (Centro Euro-Mediterraneo Sui Cambiamenti Climatici), Italia Adene (Agenzia Para A Energia), Portogallo Institute For Energy Research, Spagna
<b>Referente tecnico</b>	Arianna Dominici Loprieno <a href="mailto:arianna.dominici@enea.it">arianna.dominici@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 1.723.881,33

# TEESCHOOLS

Il progetto europeo TEESCHOOLS, "Transferring Energy Efficiency in Mediterranean Schools", <https://teeschools.interreg-med.eu/>, è stato finanziato dal programma europeo Interreg Med 2014-2020 e approvato dal primo bando per progetti modulari.

Il progetto è stato coordinato dal Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali (RISE) di ENEA e ha avuto una durata di trentasei mesi

(02/2017 – 01/2020), coinvolgendo undici partner di sette Paesi dell'area mediterranea: Italia, Bosnia-Erzegovina, Cipro, Croazia, Francia, Grecia, Spagna.

Obiettivo principale del progetto è stato sviluppare una strategia integrata per i Paesi del Mediterraneo per semplificare il processo di riqualificazione degli edifici pubblici fornendo strumenti per superare le barriere tecniche e finanziarie delle pubbliche amministrazioni e favorendo la realizzazione di edifici scolastici nZEB (Nearly Zero Energy Building), in cui l'energia consumata è bilanciata dall'energia prodotta da fonti rinnovabili. Il progetto, in particolare, ha voluto fornire soluzioni agli Enti Locali proprietari e gestori degli edifici pubblici scolastici per pianificare gli investimenti e gli interventi per la riduzione dei consumi e per il miglioramento delle proprie performance energetiche.

Gli output del progetto TEESCHOOLS sono i seguenti:

- piattaforma integrata di strumenti user friendly, disponibile on-line, <http://www.improveyourschool.enea.it/>.

Tale piattaforma comprende:

- un software di pre-audit per semplificare gli audit energetici degli edifici scolastici, basandosi su una serie minima di dati sulle caratteristiche dell'edificio e utilizzabile anche da non esperti come prima analisi di screening dell'edificio. Grazie al tool, è possibile eseguire una valutazione semplificata delle prestazioni energetiche dell'edificio e scegliere le azioni di miglioramento con il miglior rapporto costi/benefici. Lo strumento è adattato alle zone climatiche del Mediterraneo e consente di calcolare il miglioramento dell'impronta di carbonio dell'edificio dopo la riqualificazione energetica;
- un database innovativo di buone pratiche disponibili per la riqualificazione degli edifici scolastici e la loro conversione a edifici nZEB.

- un corso online in modalità e-learning per la disseminazione dei risultati del progetto, dedicato ai professionisti del settore, ricercatori e membri dello staff tecnico delle Pubbliche Amministrazioni al fine di integrare la metodologia sviluppata dal progetto nelle proprie attività di lavoro e studi.

Il corso è disponibile gratuitamente, previa registrazione: <https://elearning.enea.it/course/index.php?categoryid=71>. Il corso è composto da 13 moduli in lingua inglese per un totale di 52 ore di lezione. Ogni modulo contiene una presentazione, gli obiettivi educativi, il contenuto e un'autovalutazione con un carico di lavoro stimato di quattro ore per modulo.

Questi strumenti sono stati validati con azioni pilota in tutti i Paesi partner e sono stati adattati e armonizzati con l'obiettivo di essere utilizzati all'interno di piani energetici locali, regionali e nazionali.



#### Partner industriali e di ricerca

ENEA, Italia (coordinatore di progetto)  
Department for Development and International Projects of Government of Zenica-Doboj Canton, Bosnia-Herzegovina  
Cyprus Energy Agency, Cipro  
City of Split, Croazia  
HEP ESCO LTD, Croazia  
Chamber of Craft and Trade PACA Region, Francia  
EGTC EFXINI POLI, Network of European Cities for Sustainable Development, Grecia  
Living Prospects Development & Environmental Services, Grecia  
Municipality of Castel San Pietro Terme, Italia  
Ribera Consortium, Spagna  
Valencian Federation of Municipalities and Provinces (FVMP), Spagna

#### Referenti tecnici

Arianna Dominici Loprieno  
[arianna.dominici@enea.it](mailto:arianna.dominici@enea.it)  
Rovena Preka  
[rovena.preka@enea.it](mailto:rovena.preka@enea.it)

#### Finanziamento Progetto

€ 2.840.000

# BASILICATA HERITAGE SMART LAB

Il Progetto “Basilicata Heritage Smart Lab” è promosso dal Cluster delle Industrie Culturali e Creative di Basilicata, Basilicata Creativa, cofinanziato dalla Regione Basilicata nell’ambito della S3 Smart Specialization Strategy, Asse I del PO FESR 2014-2020 – RICERCA, INNOVAZIONE E SVILUPPO TECNOLOGICO.

Il progetto prevede il coinvolgimento di oltre 20 siti culturali in Basilicata, che rispecchiano la varietà tipologica e la complessità del patrimonio culturale lucano, per i quali si sono costituiti degli Heritage Smart Lab, ossia cantieri intersettoriali di prototipazione che coinvolgono gruppi multidisciplinari composti da ricercatori, imprenditori, giovani talenti, cittadini attivi, esperti e innovatori, per co-ideare e realizzare diversi interventi applicati alla conservazione, valorizzazione e fruizione dei patrimoni materiali e immateriali dei siti pilota. Ogni Smart Lab rappresenta, quindi, un esperimento di incubazione sociale “open source” attivando il coinvolgimento della comunità con l’obiettivo di trasferire le conoscenze tecnologiche e innescare uno scambio positivo tra progetti pilota e territorio, anche in funzione dell’aggiornabilità dei prodotti, che saranno interoperabili e potranno essere gestiti dalla comunità stessa. Il progetto è articolato in 4 Work Package (WP), ciascuno coordinato da un’impresa e collegato ad una o più traiettorie tecnologiche. Nell’insieme i 4 WP coprono sei delle sette traiettorie tecnologiche delle industrie culturali e creative della regione Basilicata, e si possono sintetizzare come di seguito riportato.

**WP1 - Monitoring Basilicata Heritage** - ricerca, analisi e sperimentazione di piattaforme integrate a sistemi multisensore e multiscala per il monitoraggio, la gestione e la sicurezza del patrimonio culturale, e la valutazione dell’impatto turistico sulla conservazione del patrimonio culturale.

**WP2 - Collaborative Mapping for Basilicata Heritage** - ricerca, sviluppo e implementazione di una piattaforma integrata “GIS-Cloud”, quale catalogo delle risorse storiche e culturali, che raccolga e rappresenti le informazioni del territorio regionale, in modo flessibile, con la partecipazione attiva delle comunità e di tutti i soggetti portatori di interessi.

**WP3 - Living Basilicata Heritage** - ricerca, analisi e sperimentazione di differenti sistemi innovativi per la fruizione e il coinvolgimento dei visitatori all’interno di siti culturali, siano essi in ambienti ipogei, sia in aree e siti archeologici, ambienti museali tradizionali e siti monumentali quali chiese e complessi monastici.

**WP4 - Sustainable Management for Basilicata Heritage** - indagine, analisi e co-progettazione di modelli di gestione pubblico-privata di beni culturali, siti e aree a forte attrazione cul-

turale, partendo dalle parti di territorio coinvolte nel progetto, che godranno degli interventi dei precedenti WP. Questa attività di analisi, ricerca e co-progettazione è svolta in forte connessione con tutti gli attori coinvolti, tra cui le comunità locali. Tra le attività del WP4 ENEA è coordinatore del task “Basilicata Living Lab” il cui obiettivo è la realizzazione di un Heritage Smart Lab focalizzato sulle relazioni tra patrimonio culturale ed economia circolare.

Questa attività ha portato alla realizzazione, nella città di Venosa, di un Urban Living Lab sull’economia circolare, in collaborazione con l’Amministrazione comunale della città, ed è focalizzata sulla co-ideazione e co-progettazione di attività di economia circolare correlate alla filiera culturale e creativa, da poter realizzare nel contesto urbano venosino, con l’obiettivo anche di attivare processi partecipati di rigenerazione socio-culturale del territorio.

La metodologia alla base del percorso laboratoriale è quella dell’Urban Living Lab (ULL), che per sua definizione è un ambiente di innovazione aperto incentrato sull’utente-utilizzatore finale, in contesti di vita reali, coinvolgendo tutti gli attori di riferimento, che in questo caso sono associazioni culturali e ambientali del territorio, e l’amministrazione stessa della città. La realizzazione dell’ULL, in base alle peculiarità del progetto, è strutturata in quattro fasi principali: 1. Scouting; 2. Ascolto/Esplorazione; 3. Partecipazione; 4. Esecuzione.

L’idea progettuale oggetto del percorso laboratoriale dell’ULL parte dal presupposto di avere uno spazio pubblico, reso disponibile da parte dell’amministrazione comunale per la comunità, da dedicare alla co-creazione di nuove forme di cultura, consapevolezza e socialità, attraverso la realizzazione di diverse attività di economia circolare, legate a processi educativi, di sensibilizzazione e di crescita culturale, oltre che di inclusività e di nuove forme di socialità e di sharing economy.

<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Capofila CNR-ISPC, partenariato di ricerca e industriale del Cluster delle industrie culturali e creative “Basilicata Creativa”
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	SSPT-SEC Sezione supporto al coordinamento delle attività sull’economia circolare (coordinatore). Laboratori: SSPT-MET-DISPREV, SSPT-PROMAS-MATAS, SSPT-PROMAS-MATPRO, SSPT-BIOAG-PROBIO, SSPT-USER-T4RM, SSPT-USER-T4W, SSPT-PROTER-OEM Centri ENEA: Trisaia, Brindisi, Casaccia, Bologna
<b>Referente tecnico</b>	Carolina Innella carolina.innella@enea.it
<b>Finanziamento Progetto</b>	Costo totale: € 4.208.000 Budget progetto: € 200.000

# NICE: from Niche to Centre - City Centres as Places of Circular Lifestyles

Il progetto Europeo NiCE "From Niche to Centre - City Centres as Places of Circular Lifestyles" (<https://www.interreg-central.eu/projects/nice/>) è finanziato da Interreg Central Europe con il co-finanziamento del Fondo europeo di sviluppo regionale e punta alla creazione di una rete di stakeholder locali, regionali, nazionali e transnazionali, che implementino su scala pilota soluzioni e modelli di business e di consumo circolari nelle città.

Tra gli obiettivi del progetto NiCE vi sono quelli di:

- creare centri urbani circolari in tutta l'Europa centrale attraverso la trasformazione degli spazi urbani per facilitare ai cittadini l'adozione di stili di vita sostenibili
- (ri)animare i centri delle città in modo più circolare

Il Progetto NiCE è coordinato da UBA, Agenzia Tedesca per l'Ambiente (DE) e, oltre ad ENEA, vede la partecipazione di 8 partner provenienti da 7 paesi europei. Il progetto prevede la realizzazione di casi pilota di soluzioni di economia circolare in diverse città europee: Bologna (Italia), Budapest (Ungheria), Praga (Repubblica Ceca), Graz (Austria), Ptuj (Slovenia), Brzeg Dolny (Polonia), Kosice (Slovacchia). Sono inoltre coinvolti come Associated Partners 13 stakeholders territoriali, tra cui per l'Italia il Comune di Bologna, ANCI Emilia-Romagna e Green City Network.

Oltre al Project Management, le attività prevedono:

- l'analisi dello status quo dell'economia circolare a livello locale e regionale e la raccolta di buone pratiche di economia circolare a livello urbano.
- una fase pilota di sperimentazione di strumenti pratici e approcci innovativi per promuovere stili di vita circolari nei centri urbani
- il trasferimento e la capitalizzazione delle soluzioni che promuovono stili di vita circolari nei centri urbani.

Per l'Italia, la fase pilota sarà realizzata da ENEA nella città di Bologna con un focus sulla gestione circolare della risorsa idrica. In particolare, adottando un approccio partecipativo e di citizen science, i cittadini saranno coinvolti in una serie di incontri con approccio urban living lab (ULL) per il co-design e la co-creazione di soluzioni "faida-te" per il riutilizzo e il risparmio dell'acqua in ottica circolare, sia a livello di abitazioni che di aree urbane (es. orti urbani). La fase pilota comprenderà anche il coinvolgimento di attori locali, quali associazioni, università, imprese e policymaker.

Tra le soluzioni che promuovono stili di vita circolari nei centri urbani, il progetto prevede anche la creazione di un "KIT per il consumo idrico circolare" (Circular Water KIT) che sarà realizzato da ENEA.

Sono inoltre previste una virtual exhibition e sessioni formative online sulle principali soluzioni che promuovono stili di vita circolari nei centri urbani.

Le attività di comunicazione prevedono anche workshop transnazionali ed eventi interattivi sui temi del progetto. La disseminazione e la diffusione delle varie fasi e dei risultati del progetto avverrà attraverso i canali informativi del progetto (sito web, social,...) oltre che attraverso i canali informativi dei partner.

**Interreg**  
CENTRAL EUROPE



Co-funded by  
the European Union

NICE

<b>Partner industriali e di ricerca</b>	UBA, Agenzia Tedesca per l'Ambiente (DE) (coordinatore), BME Università di Tecnologia e di Economia di Budapest (HU), ENVIROS (CZ), StadtLabor Graz (AT), Bistra (SI), RIC Pro-Akademia (PL), Creative Industry Košice (SK), Comune di Brzeg Dolny (PL)
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Sezione Supporto al coordinamento delle attività sull'Economia Circolare
<b>Referente tecnico</b>	Francesca Cappellaro <a href="mailto:francesca.cappellaro@enea.it">francesca.cappellaro@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 192.169

# ECOSISTER: Ecosistema Territoriale di Innovazione dell'Emilia-Romagna

Il progetto ECOSISTER, Ecosistema Territoriale di Innovazione dell'Emilia-Romagna, è finanziato nell'ambito del Programma Nazionale di Ripresa e Resilienza, Missione 04 Istruzione e ricerca – Componente 2 Dalla ricerca all'impresa Investimento 1.5 – NextGenerationEU.

Il progetto, intende supportare la transizione ecologica del sistema economico e sociale regionale attraverso un processo che coinvolga trasversalmente tutti i settori, le tecnologie e le competenze coniugando transizione digitale e sostenibilità con il lavoro e il benessere delle persone e la difesa dell'ambiente in coerenza con gli obiettivi del Patto per il Lavoro e per il Clima, e integrandosi con programmazioni regionali, nazionali e europee.

Il progetto, grazie all'ampio partenariato che comprende tutte le Università e gli Enti di ricerca con sede nella Regione Emilia Romagna, e che mette a sistema le competenze della Rete Alta Tecnologia, i servizi della rete degli Incubatori, le relazioni con i territori della rete dei Tecnopoli, è organizzato in 6 Spoke tematici, supportati da un ampio programma di trasferimento tecnologico curato da AR TER (Attrattività Ricerca Territorio dell'Emilia Romagna).

L'ENEA è presente in tutti gli spoke ed in particolare le ricercatrici ed i ricercatori della divisione USER e del laboratorio SEC partecipano allo spoke 2 che si occupa di Energia pulita, risparmio, produzione e stoccaggio (coordinato dall'Università di Modena e Reggio Emilia) e allo spoke 5 (coordinato dall'Università di Ferrara) che riguarda l'economia circolare e la blue economy nei seguenti gruppi di lavoro:

WP1 Shaping the interplay between innovative circular business models and related policies for sustainable development;  
WP2 Waste and wastewater arising from production and domestic consumption chains: valorization and transformation of waste into new materials/products. Prevention, reuse, recycling, re-design of materials and decommissioning;  
WP3 Biotic and abiotic marine resources;  
WP4 Technologies for regeneration and development of thermal, maritime and coastal tourism systems.

Il progetto è iniziato il 1 ottobre 2022 e ha la durata di 3 anni.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	UNIBO, UNIFE, UNIMORE, UNIPR, CNR, UCSC, POLIMI, INFN, ART-ER, CINECA, BIREX, CENTRO CERAMICO, CERTIMAC, CRPA, DEMOCENTER-TPM FONDAZIONE REI, LEAP, MIST-ER, MUSP, PROAMBIENTE, ROMAGNA TECH, T3LAB, ALMACUBE, AR-TER
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	(spoke 2 e spoke 5) SSPT USER, SSPT USER T4W (referente ENEA per lo spoke 5), SSPT USER RISE, SSPT SEC
<b>Referente tecnico</b>	Carmela Maria Cellamare (referente spoke) <a href="mailto:carmela.cellamare@enea.it">carmela.cellamare@enea.it</a>
<b>Responsabile progetto</b>	Gianluca D'Agosta <a href="mailto:gianluca.dagosta@enea.it">gianluca.dagosta@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 1.860.000





## Strumenti per la transizione circolare

---

# CICERONE: l'Agenda strategica delle priorità di ricerca e innovazione per l'economia circolare

**C**ICERONE è un progetto finanziato nell'ambito del programma Horizon 2020 coordinato dalla Climate KIC quale gestore di un programma di finanziamento, nel quale ENEA svolge il ruolo di coordinamento tecnico scientifico.

L'obiettivo primario è l'ottimizzazione delle risorse finanziarie europee messe a disposizione prevalentemente come fondi strutturali, in particolare quelli dedicati all'implementazione di progetti integrati per la sostenibilità tramite innovativi modelli di business, evitando la duplicazione dei finanziamenti per iniziative simili e superandone la frammentazione mediante azioni congiunte.

Risultati:

1. Agenda strategica delle priorità di Ricerca&Innovazione (SRIA) composta da:
  - obiettivi e campi di ricerca prioritari
  - 4 proposte di progetto pilota pensate per un finanziamento congiunto di gestori di programmi regionali, nazionali ed europei, uno per ciascuna delle 4 challenge considerate strategiche (aree urbane, sistemi industriali, territorio e mare, catena di valore)
2. La piattaforma dei gestori di programmi di finanziamento, che devono garantire l'implementazione dei programmi congiunti

Include anche un Annex dedicato crisi economica dovuta al Covid-19

Periodo: 1 novembre 2018 - 31 marzo 2021



<b>Coordinatore tecnico</b>	Climate KIC
<b>Cordinatore scientifico</b>	ENEA
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli Centro Ricerche Casaccia (Roma)
<b>Referente tecnico</b>	Claudia Brunori <a href="mailto:claudia.brunori@enea.it">claudia.brunori@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 1.998.860

# Le competenze ENEA per il regolamento REACH sulle sostanze chimiche

Il Regolamento REACH (Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals) sull'immissione di sostanze chimiche sul mercato UE prevede l'istituzione di un Servizio nazionale di Helpdesk in ogni Stato Membro per supportare le aziende coinvolte nella sua applicazione. In Italia, tale servizio è gestito dal MiSE con il supporto di un team ENEA che partecipa, inoltre, in qualità di membro con un esperto e due advisor al Comitato per l'analisi socio-economica (SEAC) dell'Agenzia europea per le sostanze chimiche (ECHA) cui il MiSE è tenuto a partecipare.

Il SEAC ha il compito di valutare l'impatto in termini economici delle decisioni della Commissione di restringere produzione, importazione e uso di determinate sostanze chimiche: quando una sostanza, una miscela o un articolo divengono rifiuti, il regolamento REACH cessa di essere applicabile in quanto i rifiuti sono sottoposti a specifica normativa. Tuttavia, quando da un rifiuto si origina un materiale recuperato, il REACH è nuovamente applicabile, come per qualsiasi altro materiale.

La transizione ad una economia circolare significa incentivare il recupero e il riutilizzo dei prodotti: la presenza di sostanze chimiche non più autorizzate dal REACH può impedire il recupero e il riutilizzo del materiale recuperato, bloccando il circolo virtuoso dell'economia circolare. Da qui l'importanza di un raccordo tra la normativa dei rifiuti e il Regolamento REACH che, a livello nazionale, viene effettuato dal Servizio di Helpdesk anche per quanto riguarda la definizione dei criteri End of Waste. L'Helpdesk partecipa al gruppo europeo per la sostituzione delle sostanze altamente preoccupanti (SVHC). Grazie alle competenze sviluppate nel campo del Regolamento REACH, ENEA sta supportando il Ministero dell'Ambiente nella sensibilizzazione delle PMI sul tema dei Criteri ambientali minimi (CAM) e del rispetto delle norme comunitarie, a partire dai settori tessile, conciario e calzaturiero.

I CAM partono dal rispetto delle prescrizioni REACH per poi spingersi verso obiettivi più ambiziosi, imponendo spesso valori limite più restrittivi. Il MATTM si è reso promotore di una serie di iniziative rivolte a piccole e medie imprese, in merito all'applicazione dei CAM negli Acquisti pubblici verdi.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Ministero dello Sviluppo Economico
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali Centro Ricerche Casaccia (Roma)
<b>Referente tecnico</b>	Stefano Castelli stefano.castelli@enea.it
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 949.400

# EFFIGE: Misurare l'impronta ambientale di aziende e prodotti

Il progetto LIFE EFFIGE- Environmental Footprint For Improving and Growing Eco-efficiency ([www.lifeeffige.eu](http://www.lifeeffige.eu)) si inquadra nell'ambito della Raccomandazione 179/2013/UE che ha introdotto la Product Environmental Footprint quale metodologia comune per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita delle organizzazioni e dei prodotti. Nello specifico, il Progetto prevede l'applicazione a livello sperimentale del metodo PEF/OEF (Product/Organization Environmental Footprint) in settori produttivi quali fonderie, legno-arredo, alimentare, servizio di ristorazione collettiva, non ancora esplorati dagli studi pilota condotti a livello europeo.

Ad oggi è stata completata una prima fase progettuale che ha previsto la raccolta di buone pratiche di certificazione ambientale di prodotto; la stesura di linee guida dettagliate che supportano la realizzazione degli studi PEF di alcuni prodotti (PEFCR, ovvero PEF Category Rules); l'esecuzione di studi PEF in aziende delle filiere coinvolte e attività di formazione per far conoscere alle aziende il metodo PEF e le modalità di utilizzo per misurare e comunicare in modo trasparente ed efficace l'impronta ambientale dei prodotti e sostenerne il miglioramento continuo.

In particolare, i ricercatori ENEA, dopo aver realizzato uno studio di screening secondo il metodo PEF sul servizio di ristorazione scolastica in Italia, hanno sviluppato le relative PEFCR. Hanno inoltre condotto gli studi PEF di alcuni prodotti selezionati dal partner di progetto CAMST fra quelli della propria filiera (due prodotti lattiero-caseari e due diversi formati di vendita di un olio extravergine di oliva biologico italiano) e, sulla base delle criticità ambientali emerse, hanno identificato alcune possibili azioni di miglioramento delle prestazioni ambientali, fra le quali le imprese selezioneranno quelle da attuare, a valle di una valutazione di praticabilità tecnica ed economica. Il percorso sarà completato da ulteriori studi PEF che verificheranno l'efficacia degli interventi.

A questa prima fase seguiranno attività per facilitare la diffusione e l'adozione del metodo PEF, quali la stesura di linee guida per la comunicazione ambientale, l'identificazione di opportunità di integrazione del metodo all'interno di altri strumenti e politiche Europee (es. EMAS, Ecolabel), e la verifica della replicabilità e trasferibilità dell'approccio. I ricercatori ENEA saranno impegnati inoltre nello sviluppo di alcuni software semplificati di supporto alle PMI e di una banca dati di inventari per PEF, a partire dai dati raccolti presso le imprese.



Life Effige  
Environmental Footprint  
For Improving and  
Growing Eco-efficiency

<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento Sant'Anna (coordinatore), Assofond; CAMST; Consorzio Agrituristico Mantovano, DAI CARULINA, FederlegnoArredo
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali Centro Ricerche Bologna e Centro Ricerche Casaccia (Roma)
<b>Referente tecnico</b>	Laura Cutaia <a href="mailto:laura.cutaia@enea.it">laura.cutaia@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 1.643.000

# LIFE MAGIS: Prodotti Made in Italy ad alto valore ambientale

Il progetto LIFE MAGIS – MAdE Green in Italy Scheme si è proposto da un lato di supportare la diffusione della Product Environmental Footprint (PEF) promossa dalla Commissione Europea per armonizzare la valutazione degli impatti ambientali dei prodotti e, dall'altro, di sperimentare lo schema Made Green in Italy (MGI) introdotto dal Ministero dell'Ambiente (DM 56/2018) per valutare e comunicare il valore ambientale di prodotti Made in Italy utilizzando la metodologia PEF.

Finanziato dal Programma LIFE dell'Unione Europea e coordinato da ENEA, il progetto ha preso il via nel settembre 2019 e si è concluso ad aprile 2023. I settori nei quali saranno individuati i prodotti oggetto di sperimentazione includono lavorazione della pelle, serramentistica e produzione di caffè, formaggio ovino, prodotti da forno, gelati e ortofrutta.

Per i prodotti selezionati, LIFE MAGIS ha supportato lo sviluppo di Regole di Categoria di Prodotto (RCP) come previsto dallo schema MGI e più di 20 aziende dei settori di riferimento hanno analizzato i propri prodotti con le RCP sviluppate.

Una specifica attività ha riguardato inoltre la replicabilità degli approcci e degli strumenti di LIFE MAGIS ad altri settori produttivi in Italia e agli stessi settori in Europa.

ENEA ha supervisionato lo sviluppo delle Regole di Categoria di Prodotto, garantendone la conformità con le indicazioni europee e nazionali, e la creazione dei dataset resi pubblici attraverso la Banca Dati Italiana LCA (<https://bancadatiitalianalca.enea.it>). Di particolare rilievo sono state anche attività dedicate a valutare la percezione da parte dei consumatori delle informazioni veicolate dal MGI, studiare le modalità di comunicazione più efficaci e implementare azioni presso i consumatori finali.

Il risultato finale è stato il miglioramento del profilo ambientale dei prodotti coinvolti, il rafforzamento della comunicazione delle loro qualità ambientali e l'aumento della loro attrattività nei confronti dei consumatori. Il progetto ha quindi raggiunto da una parte i produttori, ovvero le aziende italiane che hanno partecipato alla sperimentazione, e dall'altra i consumatori, destinatari di una comunicazione ambientale chiara, trasparente e confrontabile.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Apo Conerpo Soc. Coop. Agricola, Cosmetica Italia, Consorzio per la Tutela del Formaggio Pecorino Romano, Legnolegno sc, Lineapelle Srl, Unione Italiana Food, Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per la Bioeconomia, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen University (Germania), Sant'Anna – Scuola Universitaria Superiore Pisa
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali Centro Ricerche Bologna
<b>Referente tecnico</b>	Sara Cortesi <a href="mailto:sara.cortesi@enea.it">sara.cortesi@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 1.385.942

# SVILUPPUMBRIA: Promuovere la 'diagnosi delle risorse' nelle imprese

La "Diagnosi delle risorse" rappresenta un'importante occasione per un'impresa di conoscere e monitorare la gestione delle risorse impiegate e poter elaborare un piano di efficientamento sia a livello aziendale (ottimizzazione e valorizzazione a livello aziendale), sia a livello territoriale (implementazione di percorsi di simbiosi industriale). Ad oggi non esiste uno strumento codificato né, tantomeno, le aziende sono tenute a conseguire dei risultati di miglioramento nell'uso e nella gestione delle risorse, ma l'applicazione di questa metodologia può dare rilevanti benefici economici, sociali e ambientali.

In questo contesto si inseriscono i due progetti Simbiosi Industriale in Umbria e PROPER Umbria (PROgetto Pilota per l'Efficienza delle Risorse) realizzati da ENEA in collaborazione con Sviluppumbria, l'Agenzia Regionale per lo Sviluppo Economico dell'Umbria, finanziati attraverso il Programma Innetwork 2016/2017.

Con il Progetto "Simbiosi Industriale in Umbria" nel 2017 sono stati realizzati due tavoli di lavoro di simbiosi industriale con le aziende locali al fine di mappare ed attivare collaborazione tra industrie di settori diversi per conseguire vantaggi competitivi derivanti dal trasferimento di materia, energia, acqua ed eccedenze. L'obiettivo è stato di individuare le possibili sinergie tra le aziende in modo da costruire una rete di collaborazione e trasferimento di risorse, intese come sottoprodotti, rifiuti, servizi ecc. Sono state condivise circa 250 risorse per un totale di 259 potenziali sinergie individuate e sono stati redatti due manuali operativi che hanno approfondito la valorizzazione degli scarti generati dalla filiera agroindustriale della produzione di olio di oliva: uno sulla produzione di sostanze nutraceutiche dalle acque di vegetazione dei frantoi, ed un secondo sulla produzione di energia degli scarti della filiera olivicola.

Anche sulla base di questa esperienza di simbiosi industriale è stato proposto e realizzato il progetto "PROPER Umbria" (PROgetto Pilota per l'Efficienza delle Risorse) nel 2018, con la collaborazione della multinazionale Meccanotecnica Umbra - MTU, che si è resa disponibile alla sperimentazione pilota di "Diagnosi delle risorse", uno strumento che si ispira per analogia a quanto è richiesto alle aziende per la Diagnosi energetica per migliorare le prestazioni energetiche. La metodologia sviluppata nell'ambito del progetto consiste in una mappatura delle materie prime e dei materiali utilizzati nei processi produttivi, a seguito della quale è stata effettuata la diagnosi delle risorse e quindi il piano di ottimizzazione delle stesse.

Conoscere come e dove possono essere riutilizzati gli scarti aziendali, o come eventualmente ridurre la produzione, è un dato importante per migliorare le prestazioni anche economiche di una azienda e consente inoltre di misurarne il grado di circolarità. I progetti sono stati sviluppati nell'ambito del Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali "RISE" della Divisione Uso efficiente delle risorse del Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, nel Centro Ricerche ENEA di Bologna.



**SVILUPPUMBRIA**   
Società regionale per lo sviluppo economico dell'Umbria

**Laboratori e Centri ENEA**

Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali  
Centro Ricerche Bologna e Centro Ricerche Casaccia (Roma)

**Referente tecnico**

Laura Cutaia  
[laura.cutaia@enea.it](mailto:laura.cutaia@enea.it)

# Mappatura delle competenze disponibili in Umbria sul tema delle risorse in ottica di economia circolare

**E**NEA e SVILUPPUMBRIA, ad Ottobre 2019 hanno firmato un Accordo di collaborazione ex art. 15 della legge 7 Agosto 1990 N.241 tra ENEA e SVILUPPUMBRIA relativo a: 1) una mappatura delle competenze disponibili in Umbria sul tema delle risorse intese in ottica di economia circolare (materie prime, rifiuti, scarti, importazione, esportazione, fabbisogni) quale supporto al sistema produttivo umbro, in raccordo e cooperazione con gli enti pubblici e con la stessa SVILUPPUMBRIA; 2) messa a punto della Metodologia per la diagnosi delle risorse.

L'obiettivo dell'accordo è stato censire le competenze disponibili in Umbria sul tema delle risorse intese in ottica di economia circolare (materie prime, rifiuti, scarti, importazione, esportazione, fabbisogni) e fa parte di un quadro che vuole dare supporto al sistema produttivo umbro, in raccordo e cooperazione con gli enti pubblici, al fine di sperimentare l'approccio integrato tipico dell'economia circolare direttamente sul territorio. Le attività di mappatura delle competenze sono state focalizzate su soggetti istituzionali e competenze di natura tecnica e tecnologica presenti sul territorio regionale e, pertanto, si è proceduto con la finalità di individuare Enti pubblici, Università e altri Centri di Ricerca competenti per i temi di interesse dell'economia circolare. Le attività si sono svolte tra Ottobre 2019 e Dicembre 2019 e si sono articolate in due fasi consecutive.

Quello che emerge a valle di questa prime attività di mappatura è un quadro generale caratterizzato da un corpus e articolato insieme delle competenze, sia in termini di classificazione che di tipologia delle stesse, che però non si presentano strutturate ed interconnesse in maniera ottimale all'interno di un sistema integrato di supporto alle esigenze del territorio. Pertanto, in un'ottica di superamento delle difficoltà di varia natura presenti nel cammino dei diversi portatori di interesse verso l'economia circolare, come naturale sviluppo futuro del presente lavoro, si è progettato la definizione in via sperimentale di struttura regionale per l'economia circolare e la gestione delle risorse in Umbria. Struttura che dovrebbe costituire un unico punto di riferimento permanente e competente sui temi prioritari di interesse per gli attori del territorio, che sia di sostegno agli stessi nel superamento dei vincoli attuali che ostacolano la diffusione delle pratiche di economia circolare e possa attuare una serie di misure di supporto nell'ottica di transizione verso un modello circolare.



## MAPPATURA DI COMPETENZE E SERVIZI PER L'ECONOMIA CIRCOLARE IN UMBRIA

<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Sviluppumbria (Agenzia Regionale per lo Sviluppo Economico dell'Umbria)
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali (coordinatore) Sezione Economia Circolare SEC
<b>Referenti tecnici</b>	Laura Cutaia laura.cutaia@enea.it Grazia Barberio grazia.barberio@enea.it

# STORM: per una rete di competenze sulla simbiosi industriale

La simbiosi industriale rappresenta una strategia di ottimizzazione dell'uso delle risorse che coinvolge le industrie di un territorio attraverso il trasferimento di risorse (materia, energia, acqua, spazi, logistica, competenze ecc.): scarti e altre risorse inutilizzate generate dai processi industriali vengono recuperati per essere utilizzati da un'altra azienda, in genere operante in un settore produttivo diverso. In questo modo viene prodotto un reciproco beneficio o simbiosi, che si traduce in vantaggi di tipo economico, ambientale e sociale, opportunità per le imprese, per le aree e i distretti industriali, per lo sviluppo locale e per la valorizzazione delle risorse in maniera aggregativa (economie di scala). STORM (Industrial Symbiosis for the Sustainable Management of Raw Materials), finanziato dall'European Institute of Innovation and Technology (EIT) nell'ambito del programma Horizon 2020, è un Network of Infrastructures (NoI) della Knowledge and Innovation Community Raw Materials (KIC RM). Gli 11 partner, coordinati da ENEA, hanno competenze complementari sui temi della valorizzazione delle risorse, della gestione e riciclo dei rifiuti, dell'eco-innovazione, dell'ecologia industriale. L'obiettivo del progetto, concluso nel dicembre 2018 dopo tre anni di attività, è stato la creazione di una rete di eccellenza per la fornitura di servizi alle aziende per l'implementazione di soluzioni di business innovative e sostenibili e di modelli di cooperazione per l'uso efficiente delle risorse e per la loro valorizzazione a livello europeo, attraverso la simbiosi industriale. A tale scopo sono stati armonizzati i formati e gli strumenti per la simbiosi industriale ed è stata sviluppata una metodologia comune, della quale è stata testata e verificata la trasferibilità e replicabilità. Le principali attività svolte sono state:

1. realizzazione di una banca dati dei servizi disponibili per uso esterno;
2. due applicazioni pilota di simbiosi industriale con le aziende a Lubiana (Slovenia, aprile 2017) e ad Assisi (Italia, giugno 2017), con l'obiettivo di elaborare la metodologia comune di STORM. Durante i due eventi sono state adottate due diverse metodologie e diversi formati per raccogliere i dati relativi alle risorse dalle PMI partecipanti agli eventi di simbiosi industriale, già testati da ENEA nell'ambito di altri progetti nazionali;
3. elaborazione della metodologia comune per la simbiosi industriale;
4. applicazione della metodologia comune nei tavoli di lavoro di simbiosi industriale a Budapest (Ungheria, dicembre 2018);
5. workshop con istituzioni e aziende a Bilbao (Spagna, dicembre 2017).

Nei tre tavoli di lavoro di simbiosi industriale le aziende hanno avuto la possibilità di incontrarsi e confrontarsi, individuando complessivamente oltre 200 potenziali sinergie.

La metodologia proposta ha le potenzialità per promuovere e potenziare l'implementazione della simbiosi industriale sia a livello regionale che a livello europeo con una buona replicabilità; contribuisce inoltre a promuovere l'uso efficiente delle risorse e dei nuovi modelli di business attraverso l'individuazione di nuove opportunità di collaborazione nella condivisione di risorse, infrastrutture e servizi.



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	DMT GmbH & Co., aziende che hanno partecipato ai tavoli di lavoro
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali Centro Ricerche Casaccia (Roma)
<b>Referente tecnico</b>	Silvia Sbaffoni silvia.sbaffoni@enea.it
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 295.000

# Percorsi di formazione professionale per istituzioni e imprese

**E**NEA implementa percorsi formativi rivolti alle imprese e alle istituzioni che vogliono realizzare un uso sostenibile e condiviso delle risorse in chiave di economia circolare, incentrati su un approccio innovativo che permette di approfondire questa tematica in modo pratico e operativo, grazie presentazioni assistite, analisi di casi-di successo e di nuovi modelli di business e la partecipazione 'in presenza' ai laboratori. Fra i progetti attualmente disponibili si segnalano:

## ATELIER (Attività Tecniche e formative per lo sviluppo dell'Imprenditoria sull'Economia Circolare)

Il progetto supporta UNIONCAMERE Lombardia per lo svolgimento di attività tecniche e formative per la promozione dell'economia circolare. ATELIER rende disponibili a imprenditori e personale delle Camere di Commercio corsi "su misura" delle specifiche esigenze territoriali, attraverso un approccio "bottom-up" che consente di indagare i fabbisogni e le aspettative reali. È inoltre prevista l'attivazione di un panel di esperti portatori di best practice e catalizzatori di ulteriori attività legate all'economia circolare sul territorio lombardo. Nello specifico il progetto prevede:

- I. Analisi territoriale con focus group, attivazione di un panel di esperti e definizione di un piano di attività che identifichi i fabbisogni formativi e i relativi corsi;
- II. Formazione del personale delle CCIAA attraverso l'organizzazione, gestione e realizzazione di un seminario formativo;
- III. Formazione alle imprese con corsi modulabili sulla base dei fabbisogni identificati in fase I.

## CETIP (Circular Economy Training Italy Pilot)

Il Progetto Europeo, finanziato da EIT-Climate KIC nell'ambito del programma Education e coordinato da ENEA in collaborazione con l'Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile (AESS), ha previsto un percorso pilota di formazione sui temi dell'economia circolare rivolto a imprese e stakeholder del territorio di diversi settori del distretto industriale Roveri a Bologna. I principali obiettivi sono stati:

1. aumentare la conoscenza delle imprese sull'economia circolare per identificare soluzioni per un uso efficiente delle risorse e di chiusura dei cicli (closed-loop system).
2. favorire l'adozione di modelli di business basati sull'economia circolare
3. accrescere le sinergie e la collaborazione tra le imprese e tra gli stakeholder del territorio.

Ulteriori informazioni:

<https://learning.climate-kic.org/en/courses/spotlight/circular-economy-energy-and-resource-efficiency-in-business-parks>

Partner industriali e di ricerca	Imprese Lombardia
Partner tecnico-scientifici	Unioncamere Lombardia
Coordinatore progetto Atelier	ENEA
Laboratori e Centri ENEA	Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali, Sezione Supporto al coordinamento delle attività sull'Economia Circolare, Laboratorio Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il Recupero e la valorizzazione di Rifiuti e Materiali, Laboratorio Tecnologie per l'uso e gestione efficiente di acqua e reflui
Referente tecnico	Francesca Ceruti <a href="mailto:francesca.ceruti@enea.it">francesca.ceruti@enea.it</a>

Partner industriali e di ricerca	Confindustria Emilia
Partner tecnico-scientifici	AESS
Coordinatore progetto CETIP	ENEA
Laboratori e Centri ENEA	Sezione Supporto al coordinamento delle attività sull'Economia Circolare C.R. Bologna e Casaccia
Referente tecnico	Francesca Cappellaro <a href="mailto:francesca.cappellaro@enea.it">francesca.cappellaro@enea.it</a>

## CL-Hub (Circular Learning Hub)

Il Progetto Europeo finanziato da EIT-Climate KIC nell'ambito del programma Education e coordinato dall'Università Politecnica delle Marche (UNVPM), vede il coinvolgimento di ENEA come partner insieme ad altri soggetti nazionali e internazionali. Il progetto è si propone di implementare un percorso innovativo di consapevolezza-ideazione-azione rivolto agli stakeholder del mondo industriale e della finanza, in particolare della Regione Marche, per la transizione verso l'economia circolare. I principali obiettivi del progetto riguardano:

## Progetto RefresCO

Finanziato da EIT-Raw materials KIC nell'ambito del programma long learning education, il Progetto Europeo RefresCO è coordinato da ENEA e coinvolge sette partner nazionali ed internazionali, tra cui università, centri di ricerca e imprese, con competenze complementari, infrastrutture e comprovata esperienza, nel settore delle materie prime, i Raw Materials, dove esistono pochissimi corsi integrati e fortemente specializzanti. RefresCO progetta e realizza corsi di formazione su misura per aziende, pubbliche amministrazioni e altre organizzazioni aggregando in un'unica piattaforma di esperti la vasta gamma di competenze tradizionalmente offerte in corsi separati. I corsi nascono sulla base di una "target, topics & tool analysis" che ha condotto ad un database di proposte formative rispondenti alle esigenze didattiche/organizzative degli operatori del settore (es. minatori, riciclatori, manager, economisti, ingegneri, avvocati ecc.). Sono stati realizzati cinque eventi formativi sia in Italia che nei paesi degli organizzatori partner, sperimentando diverse modalità di erogazione (in aula, con streaming, SPOC ed e-learning) e durate (delle 8 ore sino ai 3 giorni full time) a seconda delle esigenze e degli obiettivi didattici degli operatori cui sono stati rivolti. Tutti i corsi sono stati erogati in forma gratuita. Per maggiori informazioni su progetto e corsi erogati: <http://www.refrescoeitrm.eu/>

## BRIDG€conomies – Enterprise Europe Network

ENEA, in qualità di partner del Consorzio BRIDG€conomies della rete Enterprise Europe Network, nell'ambito delle attività di sustainability advising, organizza una serie di seminari per approfondire strumenti, modelli e strategie di sostenibilità e circolarità per le piccole e medie imprese.

I seminari hanno la finalità di supportare le imprese a migliorare l'impatto dell'attività sull'ecosistema e sulla società e a implementare una strategia orientata alla sostenibilità. Nel corso del primo ciclo di seminari sono state le seguenti tematiche:

- Simbiosi industriale
- Life Cycle Assessment a supporto della competitività delle imprese e della produzione
- Strumenti di comunicazione di prodotti e servizi: certificazioni ed etichette ambientali per la competitività delle imprese
- Attività di standardizzazione e misurazione dell'economia circolare e della simbiosi industriale
- Le piattaforme ICESP, ECESP e i percorsi di circolarità: esperienze a confronto

<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Confindustria Marche Nord; Climate Media Factory; Azimut Capital Management; CONSOB; Unicredit
<b>Partner tecnico-scientifici</b>	ENEA; AESS; Cleantech Bulgaria Ltd.; Athena Research and Innovation Center
<b>Coordinatore progetto CL-Hub</b>	Università politecnica delle Marche
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Sezione Supporto al coordinamento delle attività sull'Economia Circolare C.R. Bologna, Casaccia e Brindisi
<b>Referente tecnico</b>	Francesca Cappellaro <a href="mailto:francesca.cappellaro@enea.it">francesca.cappellaro@enea.it</a>



<b>Partner industriali e di ricerca</b>	Zanardi Fonderie SpA
<b>Partner tecnico-scientifici</b>	Bay Zoltan; Università Milano Bicocca; CEA; Limerick University MEERI; Università di Padova
<b>Coordinatore progetto RefresCO</b>	ENEA
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali, Sezione Supporto al coordinamento delle attività sull'Economia Circolare
<b>Referente tecnico</b>	Grazia Barberio <a href="mailto:grazia.barberio@enea.it">grazia.barberio@enea.it</a>



<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Divisione Sviluppo Tecnologico Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli, Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali
<b>Referenti tecnici</b>	Oscar Amerighi <a href="mailto:oscar.amerighi@enea.it">oscar.amerighi@enea.it</a>
<b>Responsabile attività di sustainability advising</b>	Antonella Luciano <a href="mailto:antonella.luciano@enea.it">antonella.luciano@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 178.000

# RECiProCo: Realizzazione di strumenti e iniziative sull'economia circolare a vantaggio dei consumatori

**R**endere i cittadini protagonisti del processo di transizione verso l'economia circolare, attraverso la co-ideazione e la co-progettazione di strumenti e azioni da implementare sul proprio territorio, è una delle leve principali per innescare o accelerare la gestione efficiente delle risorse.

Il forte impegno delle istituzioni nel supportare pubblica amministrazione, imprese ed enti no profit a cogliere le opportunità derivanti da modelli di business circolari e creare sinergie tra le diverse realtà organizzative, è di fatto una condizione necessaria ma non sufficiente per il successo della transizione circolare.

L'abbandono del modello lineare richiede soprattutto un aumento della consapevolezza e del coinvolgimento attivo dei cittadini sui temi della sostenibilità, che può essere raggiunto attraverso politiche di formazione e campagne di sensibilizzazione. Il progetto RECiProCo realizzato da ENEA e finanziato dal MiSE, indirizza le proprie attività ai cittadini nel loro ruolo di consumatori.

Gli obiettivi di progetto possono essere così riassunti:

**WP1:** Mappatura delle attività realizzate dalle associazioni dei consumatori sui temi dell'efficienza energetica, della lotta alla povertà energetica e dell'economia circolare ai fini di un'ulteriore valorizzazione e della realizzazione di progetti di sistema, anche mediante collaborazione con altri enti. Il raggiungimento degli obiettivi ha permesso di fornire indicazioni e potenziare soluzioni per implementare l'economia circolare, mettendo a sistema le diverse iniziative che vedono coinvolti sia il committente (MiSE) che il soggetto attuatore (ENEA). Pertanto, questo WP1, di raccordo con iniziative analoghe, vuole creare sinergia tra le azioni e le esperienze in essere, affinché non ci sia dispersione di risorse, ma al contrario un potenziamento delle stesse, per poter innescare il cambiamento culturale che porta all'applicazione di percorsi di economia circolare e di educazione al consumo consapevole e responsabile.

**WP2:** Lo sviluppo di forme di identificazione per prodotti e servizi con ridotto impatto ambientale, attraverso l'elaborazione di una metodologia per misurare e comunicare la circolarità dei prodotti e la definizione di indicatori di circolarità sulla risorsa idrica.

Per lo sviluppo di tale sistema è stato seguito un approccio di ciclo di vita, considerando i materiali di cui è costituito il prodotto (es. percentuale di riciclato, percentuale di sottoprodotto, etc.), la fase d'uso (es. durata del prodotto, riparabilità, etc.) e il fine vita (es. percentuale di materiale destinato al riciclo, etc.). Per ogni indicatore è stato individuato un metodo di misura/verifica. L'obiettivo finale, oltre che comunicare

la circolarità di un prodotto in modo completo e adeguato, è supportare le imprese ad identificare aree di miglioramento ambientale (ad es. attraverso l'eco-design).

Per quanto riguarda l'uso della risorsa idrica, sono stati utilizzati metodi già esistenti, ma integrati con la valutazione dello stress idrico a livello locale/del sito produttivo. Il sistema di comunicazione sarà leggibile attraverso un barcode o un QR code, sviluppato all'interno del progetto, e sarà destinato sia al consumatore finale che alle aziende, in un'ottica B2B, in quanto consente sia di ridurre gli impatti dei prodotti in un'ottica di eco-progettazione e di economia circolare, agendo sulla fase di scelta dei materiali e componenti che li costituiscono, sia di ridurre gli impatti complessivi delle catene di fornitura.

**WP3:** La realizzazione di un progetto "Pilota per smart governance", al fine di promuovere l'educazione all'economia circolare, la formazione ed il coinvolgimento attivo dei cittadini, anche attraverso la promozione e la diffusione di buone pratiche sul territorio. Il WP3 mette in campo azioni che prevedono il coinvolgimento attivo e diretto dei cittadini, lavorando in sinergia con associazioni di consumatori, associazioni di cittadini e il mondo della scuola, al fine di co-progettare percorsi formativi verso stili di vita e di consumo consapevoli e responsabili e realizzare specifici output a favore dei consumatori e basati sull'economia circolare. Il WP3 si articola in 3 task le cui attività sono implementate su tre territori pilota: Anguillara Sabazia (Comune della Città Metropolitana di Roma) e area del Parco di Bracciano e Martignano, Bologna e Taranto.



## Laboratori e Centri ENEA

Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali, Sezione Supporto al coordinamento delle attività sull'Economia Circolare; BIOAG  
Casaccia, Bologna, Trisaia, Brindisi

## Referente tecnico Responsabile di Progetto

Carolina Innella  
carolina.innella@enea.it  
Claudia Brunori  
claudia.brunori@enea.it

## Finanziamento Progetto

Ministero dello Sviluppo Economico in attuazione dell'art. 5, comma 1 del decreto del 10 agosto 2020

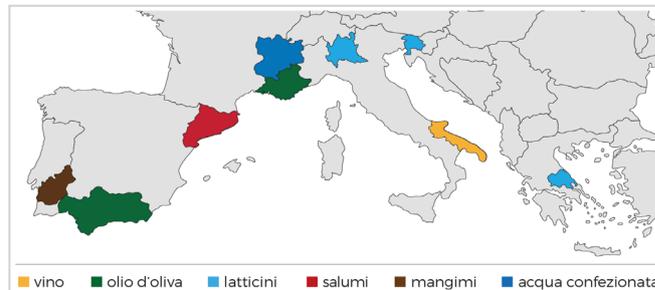
# PEFMED: Metodi e strumenti per ridurre l'impronta ambientale e socio-economica delle filiere agroalimentari

**A**ccrescere la sostenibilità delle filiere agroalimentari mediterranee attraverso la promozione di interventi di eco-innovazione di sistema su sei prodotti di largo consumo: olio d'oliva in Francia e Spagna, vino e formaggio in Italia, Slovenia e Grecia, mangimi in Portogallo, salumi in Spagna e acqua in bottiglia in Francia. È l'obiettivo del progetto europeo "PEFMED (Uptake of the Product Environmental Footprint across the MED agrifood regional productive systems to enhance innovation and market value) coordinato da ENEA e finanziato dal Programma Interreg MED, per la transizione verso un modello di produzione orientato alla PEF (Product Environmental Footprint), una metodologia comune per valutare l'impronta ambientale dei prodotti nel loro ciclo di vita e favorire una produzione ecosostenibile e competitiva.

In parallelo alla metodologia PEF, sono stati analizzati alcuni indicatori socio-economici relativi a diritti umani, condizioni di lavoro, salute e sicurezza, patrimonio culturale, governance e impatti socio-economici sul territorio. Dopo aver valutato le prestazioni ambientali e socio-economiche dei prodotti, sono state identificate le soluzioni tecnologiche e gestionali più efficaci per migliorare l'impronta ambientale e socio-economica lungo la filiera.

Grazie al supporto dei cluster territoriali e dei referenti regionali delle Smart Specialization Strategies (S3) le soluzioni sono state analizzate in relazione agli strumenti di politica economica disponibili, per sviluppare il "sustainable business plan", che contiene le strategie di eco-innovazione e di marketing che l'azienda può percorrere. Infine sono stati realizzati pacchetti formativi indirizzati a nuove filiere agroalimentari ed iniziative di trasferimento e disseminazione.

Nell'insieme sono state raccolte oltre 60 best practices e sviluppati strumenti per effettuare studi PEF semplificati, disponibili insieme ai principali risultati della fase pilota sul sito del progetto.



Project co-financed by the European Regional Development Fund



## Partner industriali e di ricerca

Federalimentare Servizi (Italia), Associazione delle Industrie Alimentari (Francia), Federazione delle Industrie Alimentari e delle Bevande (Spagna), Federazione delle Industrie Agro-alimentari (Portogallo), Federazione delle Industrie Alimentari (Grecia), Camera di Commercio e dell'Industria (Slovenia), DNV GL (Spagna) e Centro Tecnologico per l'industria agroalimentare (Francia)

## Laboratori e Centri ENEA

Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali (coordinatore) dei centri di Bologna e Portici, e Laboratorio Sostenibilità, Qualità e Sicurezza delle Produzioni Agroalimentari (centri di Casaccia e Brindisi) - Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali

## Referenti tecnici

Caterina Rinaldi  
[caterina.rinaldi@enea.it](mailto:caterina.rinaldi@enea.it)  
 Nicola Colonna  
[nicola.colonna@enea.it](mailto:nicola.colonna@enea.it)

## Finanziamento Progetto

€ 2.438.360

# ARCADIA: Approccio di ciclo di vita nei contratti pubblici e Banca Dati Italiana LCA per l'uso efficiente delle risorse

Il progetto ARCADIA "Approccio di ciclo di vita nei contratti pubblici e Banca Dati Italiana LCA per l'uso efficiente delle risorse" (<https://www.arcadia.enea.it/>), finanziato dall'Agenzia di Coesione Territoriale, PON-Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 intende:

- favorire l'utilizzo del Life Cycle Assessment (LCA) e del Life Cycle Costing (LCC) negli appalti pubblici e acquisti verdi e rafforzare le competenze della Pubblica Amministrazione in questo ambito;
- realizzare una Banca Dati Italiana LCA (BDI-LCA), che sia fonte di dati rappresentativi per alcune filiere produttive di interesse nazionale.

La BDI-LCA si rivolge a Pubblica Amministrazione, imprese, ONG, Università e settore della ricerca come strumento in grado di: facilitare la diffusione della metodologia LCA, promuovere iniziative di sviluppo sostenibile ed economia circolare basate sull'approccio di ciclo di vita, sostenere l'elaborazione e la regolamentazione di politiche pubbliche, supportare l'acquisizione di etichette ambientali/dichiarazioni ambientali come EPD, PEF, Carbon Footprint, Made Green in Italy, etc. Per selezionare le filiere del progetto sono stati considerati diversi criteri, in particolare la rilevanza economica e l'impatto ambientale dei settori produttivi. È stato valutato inoltre quali filiere potessero essere di particolare interesse in relazione ai Criteri Ambientali Minimi (CAM) e la diffusione delle etichette ambientali basate sull'LCA (ad esempio l'EPD). La scelta è stata condivisa anche all'interno della "Cabina di Regia" istituita dal progetto "Mettiamoci in RIGA", coordinato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. Da questa analisi sono stati individuati quattro settori prioritari: edilizia-costruzioni, agroalimentare, energia, legno-arredo e le relative filiere.

La metodologia per gli studi di filiera ha come riferimento gli standard ISO 14040-14044 ed ha come obiettivo quello di ottenere dati robusti e riproducibili e sufficientemente rappresentativi dei materiali e dei processi che afferiscono a ciascuna filiera analizzata. Particolare attenzione per garantire una coerenza interna alla BDI-LCA, è stata data alla valutazione della qualità dei dati ed ai criteri di revisione degli studi. Per la valutazione degli impatti viene adottato il metodo europeo Environmental Footprint (versione 3.0). Per ogni filiera del progetto è previsto un rapporto tecnico che descrive lo studio svolto: tipologie di prodotti, imprese coinvolte, dati e metadati raccolti, dati di background, scelte metodologiche, assunzioni e risultati degli impatti.

La BDI-LCA, disponibile on line (<https://bancadatiitalianalca.enea.it/Node/>), è pubblica ed in continuo aggiornamento

man mano che gli studi di filiera vengono conclusi; si basa sul software europeo Soda4LCA e sarà registrata nel nodo europeo "Life Cycle Data Network" e nella piattaforma internazionale "Global LCA Data Access network". Al fine di garantire la compatibilità e la completezza delle informazioni, nell'ambito del progetto è stato sviluppato MEdit (Metadata Edit), uno strumento per la verifica, compilazione e gestione dei metadati del dataset in formato ILCD (International Reference Life Cycle Data). Sono in corso attività di networking con altri progetti ed iniziative in cui vengono raccolti dati LCA a livello nazionale, finalizzati all'ampliamento della BDI-LCA ad altre filiere. Tutti i risultati ad oggi prodotti, anche relativamente alla tematica del LCC, sono disponibili sul sito del progetto. Per la fine del 2023 saranno completati 20 studi di filiera e resi disponibili oltre 100 dataset, oltre che manuali e procedure standardizzate per lo sviluppo degli studi LCA di filiera e per la revisione critica, al fine di garantire affidabilità, qualità e trasparenza, nella futura gestione della BDI-LCA.



#### Partner industriali e di ricerca

Collaborano al progetto, nell'ambito dei gruppi di lavoro di filiera, esperti LCA e di settore (Ambiente Italia, Ecoinnovazione, Manifattura, MissagliaeAssociati, Politecnico di Milano, SaDiLegno, Università degli studi di Milano, Università di Bergamo, Università di Chieti-Pescara, Università di Brescia, Università di Napoli), numerose associazioni di categoria ed imprese rappresentative della produzione nazionale (i gruppi di lavoro sono descritti sul sito del progetto).

#### Laboratori e Centri ENEA

Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali (coordinatore) dei centri di Bologna, Portici, Casaccia, Brindisi

#### Referenti tecnici

Caterina Rinaldi  
[caterina.rinaldi@enea.it](mailto:caterina.rinaldi@enea.it)

#### Finanziamento Progetto

€ 1.528.222

# ES-PA: Linee Guida per la simbiosi industriale

## Attività 2.3.1.

**N**ell'ambito del progetto ES-PA, volto ad aumentare le competenze tecniche delle amministrazioni, l'Attività 2.3.1 ha avuto l'obiettivo di sviluppare delle linee guida tecniche per la simbiosi industriale, finalizzate ad accompagnare i decisori regionali nel definire e implementare processi di simbiosi tra industrie dissimili dello stesso territorio.

Le linee guida per la simbiosi industriale si pongono come documento di riferimento rivolto in particolare a decisori e funzionari regionali e degli enti locali, con l'obiettivo di favorire l'implementazione della simbiosi industriale a livello territoriale. Il documento contiene spunti che possono essere utili e fruibili anche da parte delle imprese, con particolare riferimento alle PMI.

Le linee guida per la simbiosi industriale trattano dunque le seguenti tematiche:

- quadro di riferimento normativo relativo alla simbiosi industriale a livello locale (regionale), nazionale e comunitario, al fine di inquadrare il tema della simbiosi industriale dal punto di vista della regolamentazione;
- strumenti e azioni di policy per la simbiosi industriale, che è possibile adottare a livello regionale per stimolare e facilitare l'implementazione di percorsi di simbiosi industriale;
- opportunità e barriere per la simbiosi industriale;
- analisi di mercato per la simbiosi industriale: studio delle possibili ricadute di mercato della simbiosi industriale in termini economici relativamente ad alcuni flussi di scarti e rifiuti;
- metodologie per la simbiosi industriale: descrizione delle principali iniziative a livello nazionale e comunitario volte alla definizione di una metodologia per la simbiosi industriale, con particolare riferimento alla metodologia messa a punto da ENEA;
- casi studio e buone pratiche di implementazione della simbiosi industriale.

SETTORE D'INTERVENTO



ECONOMIA CIRCOLARE E SIMBIOSI  
INDUSTRIALE



**ENERGIA E SOSTENIBILITÀ  
PER LA  
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE**

**Laboratori e Centri  
ENEA**

Laboratorio RISE – Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali  
Centri ricerca Casaccia, Bologna

**Referenti tecnici**

Silvia Scaffoni  
silvia.scaffoni@enea.it

**Finanziamento  
Progetto**

Costo complessivo progetto: € 9.669.400  
Costo attività 2.3.1: € 70.000

**Web site**

<https://www.espa.enea.it/prodotti-e-servizi/linee-guida-tecniche-per-la-simbiosi-industriale-tra-industrie-dissimili-dello-stesso-territorio.html>

# LIFeproETV: Promotion and implementation of ETV as an EU voluntary scheme for verifying performance of environmental technologies

Le tecnologie convenzionali potrebbero rivelarsi non efficaci per il raggiungimento dell'ambizioso obiettivo della neutralità climatica dell'Europa entro il 2050. C'è pertanto necessità di tecnologie verdi e innovative, che consentano di ridurre gli impatti ambientali e utilizzare le risorse in modo più efficiente. L'interesse e gli investimenti in tali tecnologie stanno crescendo rapidamente, ma la loro implementazione non è semplice. È infatti necessario promuovere e costruire una forte accettazione delle tecnologie ambientali da parte del mercato attraverso l'utilizzo di strumenti che forniscano prove sufficienti e affidabili sulle loro prestazioni e rendano evidenti agli utenti i vantaggi derivanti dalla loro applicazione. Uno di questi strumenti è l'Environmental Technology Verification (ETV), uno schema ambientale volontario volto a facilitare l'ingresso delle tecnologie ambientali innovative nel mercato.

Il potenziale impatto positivo di ETV è ostacolato dall'attuale mancanza di consapevolezza, conoscenza e comprensione del programma. Per affrontare questa sfida in modo collaborativo coinvolgendo tutte le parti interessate, il progetto LIFeproETV, di cui ENEA è partner, ha l'obiettivo di promuovere l'adozione dell'ETV per la verifica delle prestazioni delle tecnologie ambientali attraverso:

- sviluppo di capacità e competenze, rafforzamento delle infrastrutture e fornitura di una base di conoscenze su ETV per la sua diffusione e per garantire un facile accesso delle PMI alle informazioni e ai servizi ETV;
- creazione di un contesto politico favorevole come forza trainante per incoraggiare l'adozione di ETV sui mercati nazionali ed europei, contribuendo al contempo a raggiungere gli obiettivi delle policy in materia di clima, ambientale e innovazione;
- impiego degli appalti pubblici e degli appalti per l'innovazione driver di mercato per ETV;
- costruzione della consapevolezza nei confronti di ETV come schema volontario per le aziende che producono o forniscono tecnologia e per gli acquirenti di tecnologia, con l'obiettivo di renderlo uno strumento fondamentale per facilitare l'ingresso nel mercato di nuove tecnologie ambientali (lato dell'offerta) e per supportare decisioni di appalto trasparenti e basate su prove (lato domanda).

Nell'ambito del progetto, tutt'ora in corso, sono stati già elaborati diversi deliverable, disponibili per la consultazione al seguente link: <https://lifeproetv.eu/publications/>. Tra questi si segnala il Policy Brief, elaborato da Enea, dal titolo "How the ETV scheme may foster the EU green transition" che contiene

un focus sul ruolo dell'economia circolare quale valido strumento di supporto allo schema ETV. Inoltre, è fase di stesura, da parte di ENEA, il documento "Roadmap for EU wide ETV market recognition and acceptance".

Sarà infine presto reso disponibile alle aziende produttrici di tecnologie innovative uno strumento on-line di autovalutazione (ETV self-assessment tool), attraverso il quale sarà possibile valutare il livello di prontezza della tecnologia per essere verificata tramite ETV.



On 9-11 May 2023 LIFeproETV team met in Budapest to discuss the implementation of the LIFeproETV project and the related challenges.



LIFeproETV project consortium meeting in September in Barcelona



This project has received funding from the European Union's LIFE Programme under Project Number LIFE19 GIE/PL/000784 and is co-financed by the National Fund for Environmental Protection and Water Management, Poland and the Ministry of Agriculture, Hungary



<b>Partner di progetto</b>	IETU (Polonia, coordinatore), CETAQUA (Spagna), INSAVALOR (Francia), ZAG (Slovenia), EIT Raw Materials (Germania), IOS (Polonia), KÖVET (Ungheria)
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Laboratorio RISE – Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali Centro ricerche Casaccia
<b>Referenti tecnici</b>	Silvia Scaffoni <a href="mailto:silvia.scaffoni@enea.it">silvia.scaffoni@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	Budget complessivo del progetto € 1.876.282 Budget ENEA € 256.387 Finanziamento al progetto € 988.370 Finanziamento ENEA € 97.428
<b>Web site</b>	<a href="https://lifeproetv.eu/">https://lifeproetv.eu/</a>

# RIPARTI: assegni di Ricerca per riPARTire con le Imprese

Il progetto RIPARTI (assegni di Ricerca per riPARTire con le Imprese) è finanziato, tramite bando della Regione Puglia, dai fondi POC PUGLIA FESR-FSE 2014 / 2020 Fondo Sociale Europeo. "RIPARTI" ha come scopo lo sviluppo di competenze specifiche finalizzate allo sviluppo di ricerche innovative in grado di fondere la conoscenza e l'innovazione con la richiesta dei fabbisogni del tessuto economico-sociale coerentemente con la Smart Specialization Strategy della Regione Puglia. Il Bando finanzia assegni di Ricerca, della durata di 18 mesi, su progetti specifici condivisi tra un EPR e un'impresa che abbiano una struttura operativa in Puglia. ENEA opera presso la Cittadella della Ricerca di Brindisi con un proprio Centro di Ricerca, e in accordo con la Regione Puglia vuole rafforzare la sua presenza in tale contesto tramite la creazione di un Centro per l'Economia Circolare. Il bando RIPARTI, finanziando al 100% gli assegni di ricerca, è una opportunità per valorizzare l'impegno congiunto della Regione e dell'ENEA per rafforzare le competenze tecnico scientifiche del territorio. L'ENEA, tramite il Dipartimento SSPT, ha presentato, in qualità di Capofila, la proposta di progetto "RIPARTI PUGLIA" che ha visto approvati 12 assegni sulle tematiche delle (i) tecnologie e processi per la transizione del sistema produttivo verso una economia circolare; (ii) tecnologie e processi per il packaging avanzato, sia per il ciclo di produzione che per le applicazioni nel settore agri-food; (iii) tecnologie e processi per nuovi materiali nel settore aeronautico, dell'aerospazio e del sistema di mobilità elettrica. Il numero complessivo di proposte ENEA ammesse al finanziamento è di 12, segue lista dei partner industriali e una breve descrizione dell'attività di ricerca. Nelle prime tre righe sono presenti i progetti dedicati all'economia circolare con focus: sulla valorizzazione degli scarti da acquacoltura per prodotti a maggiore valore aggiunto da inserire in filiere differenti, in ottica di simbiosi industriale (figura del resource manager) e con interconnessioni con la blue economy; sulla definizione di percorsi e strumenti mirati sia alla formazione di una figura professionale quale quella del Sustainability Manager e infine sull'analisi di strategie e azioni di economia collaborativa al fine di creare un professionista dello studio di un territorio per stimolare approcci di co-progettazione e consumo responsabile nella società.

**Gargano Pesca società consortile arl** : Il progetto REVIBLUES è finalizzato alla valorizzazione dei prodotti, degli scarti dell'acquacoltura e della pesca per la creazione di materiali ad alto valore aggiunto per la filiera agricola, nutraceutica e della bioedilizia, in chiave di integrazione blu green- di economia circolare e rafforzamento biodiversità. Partendo dalla produzione di alghe, microalghe, salicornia e spugne di mare e dal recupero dei gusci dei molluschi e del loro sottoprodotto, verrà creato un protocollo che consenta l'ottimizzazione del processo di produzione Blue

Economy-sub acquacoltura di precisione, per la valorizzazione attraverso l'estrazione di principi attivi dai gusci e dalle alghe e la relativa trasformazione in matrici per la nutraceutica, i biofertilizzanti e la bioedilizia.

**CETMA**: Il progetto di ricerca nasce all'interno dell'analisi dei rapidi cambiamenti di contesto competitivo e sociale ai quali stiamo assistendo e che richiedono di ripensare radicalmente il processo di creazione di valore aziendale. Obiettivo del progetto di ricerca è la definizione di percorsi e strumenti mirati sia alla formazione di una figura professionale poliedrica, trasversale e con competenze specifiche utili ad interagire con processi e relazioni complessi all'interno delle produzioni manifatturiere regionali, quale quella del Sustainability Manager (anche in accordo ai documenti tecnici di riferimento, come la recente UNI/PdR 109:2021), che a fornire concreto supporto per una effettiva implementazione della sostenibilità in azienda

**Associazione Comunitare**: Il Progetto intende approcciarsi allo studio dell'economia circolare applicata a città e territori. Il progetto di ricerca intende, quindi, coinvolgere un assegnista nelle attività di analisi di strategie e azioni di economia collaborativa a livello territoriale al fine di creare un professionista dello studio di un territorio specializzato in strumenti di economia circolare. Si prevede anche la partecipazione all'animazione del laboratorio Urbano con percorsi di co-progettazione di modelli e azioni di economia circolare e consumo responsabile da realizzare sul territorio, con cittadini e associazioni di consumatori (tramite organizzazione incontri, divisione in gruppi di lavoro, raccolta elaborati dei gruppi di lavoro), il supporto alla discussione dei risultati e facilitazione alla convergenza tra i vari bisogni percepiti dalle singole associazioni in fase di indagine preliminare e scelta dei focus di approfondimento selezionati, il supporto all'elaborazione di un output del percorso.

**STC S.r.l.**: Il progetto si basa su un processo alternativo e completamente ecologico di recupero del piombo derivante dalle attività di riciclo delle batterie esauste al piombo acido. Si tratta di un processo estremamente rivoluzionario perché può portare all'eliminazione della pirometallurgia dal processo di riciclaggio delle ULAB (Used Lead Acid Batteries). Questa tecnologia, infatti, rappresenta tutt'ora un grande ostacolo alla transizione ecologica e al rispetto dei principi fondamentali dell'economia circolare nel campo dell'ULAB e del riciclaggio dei materiali correlati.

**RL-Engineering**: Per l'industria olearia il problema principale è lo smaltimento delle acque reflue. Il progetto vuole sviluppare un'innovazione di prodotto e di processo che valorizzi gli scarti agroindustriali mediante l'adozione di nuove soluzioni per il recupero e riutilizzo di materie di scarto delle produzioni della filiera agroalimentare per trasformare le materie prime seconde nella



realizzazione di packaging attivo, compostabile e biodegradabile per uso alimentare e si pone anche l'obiettivo di individuare nelle bioplastiche biodegradabili e compostabili l'elemento saliente per la chiusura dei cicli, evidenziando la capacità di inglobare i polifenoli estratti per utilizzarli nel packaging, attivandolo e conferendogli potere biocida capace di allungare la shelf life del prodotto contenuto al suo interno.

**GlobEco Srl:** La Direttiva 2012/19/UE, recepita in Italia dal Dlgs 49/2014, ha inserito pannelli fotovoltaici a fine vita nell'elenco dei RAEE e, in ottica di economia circolare, ne ha imposto il recupero dei materiali che li compongono fino all'85 % in peso. Oggetto della ricerca è testare una metodologia in grado riconoscere struttura e composizione del pannello basata su tecniche diagnostiche di spettroscopia vibrazionale e impiega strumentazione portatile a basso costo. Tale metodologia verrà testata su una vasta gamma di tipologie di pannelli per arrivare a stilare un protocollo di facile utilizzo presso gli impianti di pretrattamento.

**STC S.r.l.:** La produzione di energie rinnovabili implica l'uso di materie prime non riciclabili, ad alta embodied energy e C-footprint, con costi di smaltimento che pesano sul relativo LCOE (Levelized Cost Of Energy). Tra gli esempi più eclatanti ci sono i pannelli fotovoltaici. L'obiettivo della ricerca consiste quindi nel recuperare il silicio dai pannelli fotovoltaici a fine vita e reimpiegarlo per la realizzazione dell'anodo nelle LIB in sostituzione della grafite.

**RINA Consulting S.r.l.:** Il settore agroindustriale riveste una notevole importanza per l'economia della Regione Puglia. Il progetto si propone di valorizzare le perdite e gli scarti di attività agroindustriali, dalla produzione primaria alla trasformazione secondaria, mediante la creazione di una banca dati, attualmente non esistente a livello regionale, che li renda disponibili per la creazione di "upcycled products" in ambito alimentare e non solo. Lo scopo della banca dati è creare uno strumento facilmente consultabile dagli attori del sistema agroalimentare che minimizzi la quantità di scarti da smaltire a vantaggio della sostenibilità ambientale ed economica della filiera e che favorisca una sinergia tra le aziende agroindustriali, le Università/EPR e le aziende che possono utilizzare le biomolecole recuperate per scopi alimentari e non (produzione packaging, cosmetica, mangimi, ammendanti...) in un'ottica simbiotica.

**R.I. Spa:** Negli ultimi anni è cresciuta molto da parte dell'UE la sensibilità ad intervenire nel settore delle costruzioni emanando normative volte al risparmio di CO2 e alla tutela dell'ambiente. Con questo progetto si vuole formare una figura professionale in grado di studiare e sviluppare prodotti e processi ecoinnovativi con l'attenzione a nuovi modelli di business e consumo ed in grado di effettuare una valutazione della loro circolarità. Si vuole

sperimentare la sostituzione degli isolanti di origine petrolchimica utilizzati nelle pareti opache con materiali naturali di origine vegetale come ad esempio la canapa o di origine animale come la lana. In ogni caso la scelta dei materiali sarà strettamente legata allo studio del territorio pugliese per la scelta di ulteriori biomasse.

**Pedone Working srl:** Per il mercato italiano della produzione di materiali da costruzione, l'introduzione delle normative in ambito energetico ha rappresentato un forte stimolo ad innovare materiali e componenti edilizi per garantire prestazioni più elevate in linea con i nuovi standard. Obiettivo del seguente progetto è la formazione di una figura professionale che sia in grado di utilizzare sistemi di monitoraggio indoor e trarne le dovute informazioni per la valutazione del comfort microclimatico in edifici collocati in ambiente mediterraneo. Il fine ultimo è quello di creare una professionalità in grado di progettare gli immobili in modo tale da migliorare le condizioni termico-igrometriche ed il comfort indoor anche attraverso un'adeguata ventilazione.

**Monitora S.r.l.s.:** Lo sviluppo economico sostenibile di un territorio ha tra i suoi punti chiave lo smaltimento efficiente dei rifiuti nel rispetto dell'ambiente e della salute umana, e il monitoraggio delle emissioni gassose derivanti dalle attività umane. La ricerca ha lo scopo di realizzare uno strumento basato su nuove matrici di sensori a basso costo che si sono affacciati recentemente sul mercato e potenzialmente in grado di stimolare una innovazione radicale del settore.

**MICAD srl:** La presente Proposta progettuale "SeAMLess" si inquadra nell'Ambito di Ricerca "Manufacturing engineering and industrial design (PE8\_10)". La filiera produttiva pugliese in cui si vuole intervenire è quella della Blue Economy (BE) o Economia del Mare. obiettivo principale di SeAMLess è dimostrare la possibilità di poter innovare i cicli produttivi che interessano le numerose aziende pugliesi della Blue Economy attive nella realizzazione e riparazione di imbarcazioni in materiale composito polimerico fibro-rinforzato (v. vetroresina e carboresina), introducendo i dettami dell'Economia Circolare e migliorando di conseguenza la Sostenibilità ambientale oltre che dei processi di produzione anche dei relativi prodotti.

---

<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Divisione Biotecnologie e agroindustria, Divisione Tecnologie e processi dei materiali per la sostenibilità e Sezione Supporto al coordinamento delle attività sull'Economia Circolare, Centro ricerche Brindisi
---------------------------------	--

---

<b>Referenti tecnici</b>	Annamaria Bevivino <a href="mailto:annamaria.bevivino@enea.it">annamaria.bevivino@enea.it</a> Michele Penza <a href="mailto:michele.penza@enea.it">michele.penza@enea.it</a> Grazia Barberio <a href="mailto:grazia.barberio@enea.it">grazia.barberio@enea.it</a>
--------------------------	---

---

<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 535.137
-------------------------------	-----------

---

# RAISE: fondi PNRR per la creazione di ecosistemi dell'innovazione

Il progetto Robotics and AI for Socio-Economic Empowerment (RAISE), concepito da IIT, CNR e UNIGE che ne è il proponente e finanziato tramite fondi PNRR, mira a sostenere lo sviluppo di un ecosistema di innovazione basato sullo sfruttamento dell'Intelligenza Artificiale e della Robotica, concentrandosi sulle esigenze del contesto regionale Ligure. Il progetto aspira ad evolvere in un ecosistema altamente attrattivo per imprese, investitori e ricercatori, sia a livello nazionale che internazionale facendo leva sulle risorse e le capacità esistenti, nonché generando nuove opportunità attraverso un trasferimento di conoscenze efficace ed efficiente. L'idea alla base di questo ecosistema è quella di coordinare e valorizzare questi progetti in una logica di integrazione del sistema di trasferimento tecnologico, utilizzando il mercato locale come uno straordinario e immediato laboratorio di sperimentazione. L'ecosistema rappresenta una sorta di "motore" per riscrivere le basi dell'industrializzazione tramite la Robotica e l'intelligenza artificiale anche per affrontare la sfida della transizione ecologica e, includere una solida progettazione etica e human-centred, creando connessioni stabili e virtuose tra gli attori coinvolti e mettendo in atto un ambiente che favorisca l'innovazione ad alto impatto economico e sociale. Il Dipartimento per la Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT) di ENEA è coinvolto sia sullo Spoke 3 (Sustainable Environmental Caring and Technologies) che sullo Spoke 4 (Smart and Sustainable Ports) con l'obiettivo di contribuire alla tutela dell'ambiente marino ligure sviluppando un sistema integrato acustico per il monitoraggio dell'ambiente e degli ecosistemi, basato sull'Internet of Underwater Things (IoUT). I dati ambientali e biologici saranno acquisiti in tempo reale utilizzando sensori di nuova concezione, sonde multi-parametriche e misure analitiche. Il sistema IoUT sarà integrato e testato all'interno di SMART BAY Santa Teresa (La Spezia). Saranno sviluppati sensori per il monitoraggio continuo degli ecosistemi marini, dei flussi di biomassa neotonica e dei loro servizi (i.e. regolamentazione, supporto) basati sull'acquisizione e trasmissione di dati biofisici in tempo reale e sull'allarme precoce. Parallelamente le attività del Dipartimento permetteranno fornire previsioni su temperatura, salinità e velocità delle correnti marine con un dettaglio spaziale di circa 2 km e su base oraria, grazie al modello di circolazione del Mediterraneo "MITO", sviluppato e gestito da ENEA. Oltre a ciò verrà definito un approccio metodologico, adattato al caso specifico del porto della Spezia, per l'implementazione di un modello di simbiosi industriale in area portuale che promuova la realizzazione a livello territoriale di soluzioni di economia circolare. L'attività prevede anche l'individuazione di almeno una specifica connessione di simbiosi potenzialmente attivabile, per la quale

definire e promuovere tutte le condizioni abilitanti per una sua realizzazione in ambiente reale. Infine ENEA svilupperà anche dei prototipi di "reef" realizzati con scarti della molluschicoltura, come gusci di mitili e fibre naturali, per favorire il ripopolamento dell'ostrica piatta nel golfo della Spezia. Questa specifica attività avrà come obiettivo il potenziamento della conoscenza, conservazione e utilizzo degli ecosistemi calcificanti, la valorizzazione degli scarti dell'acquacoltura e la realizzazione di interventi di rigenerazione dell'ambiente e delle aree portuali per contrastare gli effetti del cambiamento climatico. Contribuisce agli Spoke 3 e 4 del progetto anche il Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN) di ENEA che svolgerà attività di modellazione e prototipazione dei sensori di bordo basati sull'Intelligenza Artificiale per il monitoraggio pervasivo e mobile sia della qualità dell'aria sia di altre variabili rilevanti all'ambiente urbano, progetterà e svilupperà innovativi dispositivi prototipali allo stato solido autocalibranti per la protezione di microgrid elettriche in presenza di elevata quota di rinnovabili e svilupperà e testerà metodi di efficientamento dei consumi energetici in area portuale attraverso l'ottimizzazione delle diverse fonti di produzione e consumo di energia nel contesto portuale. Oltre a ciò il Dipartimento TERIN fornirà supporto per la realizzazione e l'utilizzo dell'infrastruttura Blockchain (ENEA è partner fondatore della Blockchain Service Infrastructure italiana - IBSI) e la definizione degli opportuni smart contract con particolare riferimento alla gestione della flessibilità energetica. Nel campo dell'archiviazione, validazione, elaborazione e trasmissione dati energetici, ENEA procederà, infine, alla definizione del livello di interoperabilità (protocolli, formati dati, ontologia) comune a tutte le piattaforme ICT e sistemi IoT e alla definizione del Data Lake e degli algoritmi per il calcolo degli indicatori energetici (KPI) basati sull'infrastruttura dati di riferimento.

			
<b>Partner industriali e di ricerca Spoke3 e Spoke 4</b>	Università di Genova, CNR, IIT, Aitek, Algowatt, Circle, Engineering, Fincantieri, INFN, Leonardo		
<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Personale di SSPT-USER-RISE, SSPT-SEC, SSPT-USER, SSPT-PROTER-BES, SSPT-MET-CLIM, TERIN-FSD, TERIN-STSN, TERIN-SEN dei Centri di Ricerca di Bologna, Casaccia, Portici e Santa Teresa		
<b>Referenti tecnici</b>	Spoke3: Tiziana Ciuffardi <a href="mailto:tiziana.ciuffardi@enea.it">tiziana.ciuffardi@enea.it</a> Spoke4: Cristian Chiavetta <a href="mailto:cristian.chiavetta@enea.it">cristian.chiavetta@enea.it</a>		
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 1.487.160		

# TEEC: il riconoscimento dei “titoli di efficienza energetica circolare”

Il progetto TEEC “Attività per la valorizzazione dei potenziali risparmi di energia conseguenti all'utilizzo/produzione di materiali secondari in luogo dei primari attraverso il riconoscimento dei “titoli di efficienza energetica circolare” finanziato da UTILITALIA - Federazione delle imprese dei servizi pubblici di acqua, ambiente e energia intende:

- Valorizzare i potenziali risparmi di energia conseguenti all'utilizzo/produzione di materiali secondari in luogo dei primari attraverso il riconoscimento dei “titoli di efficienza energetica circolare (TEEC)”;
- Promuovere e incentivare attraverso i TEEC un sempre maggiore uso di materiali secondari nella produzione di manufatti da parte delle imprese italiane;

Il progetto TEEC si rivolge direttamente a tutte le imprese che utilizzano nei loro impianti di produzione quei materiali compresi nel database TEEC e che possono quindi decidere di incrementare la quota parte di materiali secondari rispetto ai materiali primari. Nella fase iniziale del progetto sono stati presi in considerazione i principali materiali come : carta, vetro, metalli ferrosi, metalli non ferrosi, plastiche, inerti, etc. In seguito man mano che il database si popolerà altri materiali potranno essere aggiunti.

Il progetto TEEC si rivolge indirettamente anche a tutti gli attori della filiera del riciclo come i raccoglitori, i selezionatori e i trasformatori che possono godere in modo indiretto dei vantaggi conseguenti ai titoli TEEC, poiché l'aumento dell'uso delle materie secondarie sarà un traino per le economie del settore del riciclo.

Il progetto TEEC avrà come ricaduta un migliore utilizzo delle materie secondarie con un potenziale aumento della raccolta urbana dei rifiuti e quindi contribuirà ad alleggerire le criticità presenti nelle maggiori aree urbane del paese.

I titoli TEEC potenzialmente riconosciuti alle imprese che utilizzano materie secondarie potranno essere valorizzati economicamente secondo una procedura che sarà definita a valle del progetto da altri attori istituzionali.

La metodologia ha come riferimento l'approccio LCA (standard ISO 14040-14044) ed ha come obiettivo quello di ottenere dati robusti e riproducibili e sufficientemente rappresentativi dei materiali afferiscono a ciascuna filiera analizzata. Il confine del sistema di studio è quello definito come Cradle to Gate e non Gradle to Grave, poiché la valutazione dei carichi energetici e dei crediti di carbonio è effettuata comparando i semilavorati vergini con i semilavorati secondari.

Il prodotto finale del progetto TEEC sarà un sito web based

che ospiterà il database contenente le informazioni sia energetiche sia di altra natura per ogni materiale e per ogni sottocategoria in cui il materiale può essere ripartito (esempio la plastica nei suoi diversi polimeri). Al sito potranno accedere diverse tipologie di utenti: utenti alimentatori che potranno dopo essersi registrati, inserire le informazioni relativi al loro materiale prodotto; utenti utilizzatori che potranno effettuare delle simulazioni e verifiche per vedere se, dato il risparmio energetico calcolato, possono richiedere un determinato numero di titoli TEEC.

Particolare attenzione per garantire una coerenza interna al database, è stata data alla valutazione della qualità dei dati ed ai criteri di revisione degli studi di letteratura da cui sono state prese le informazioni.

Per ogni materiale sono previste delle schede tecniche che riportino le condizioni e le ipotesi utilizzate per il calcolo dei TEEC che saranno quindi validati ai sensi della ISO 14040.

Il progetto avrà termine a fine 2023 e in quella data il sito web based sarà operativo e sarà reso fruibile a tutte le imprese italiane e a tutti gli altri attori interessati all'argomento.



<b>Laboratori e Centri ENEA</b>	Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali (coordinatore)
<b>Referenti tecnici</b>	Roberto Carletti <a href="mailto:roberto.carletti@enea.it">roberto.carletti@enea.it</a>
<b>Finanziamento Progetto</b>	€ 275.000

ENEA  
Servizio Promozione e Comunicazione  
enea.it

Stampa Laboratorio Tecnografico  
Centro Ricerche ENEA Frascati  
Novembre 2023

Novembre 2023



[enea.it](https://www.enea.it)