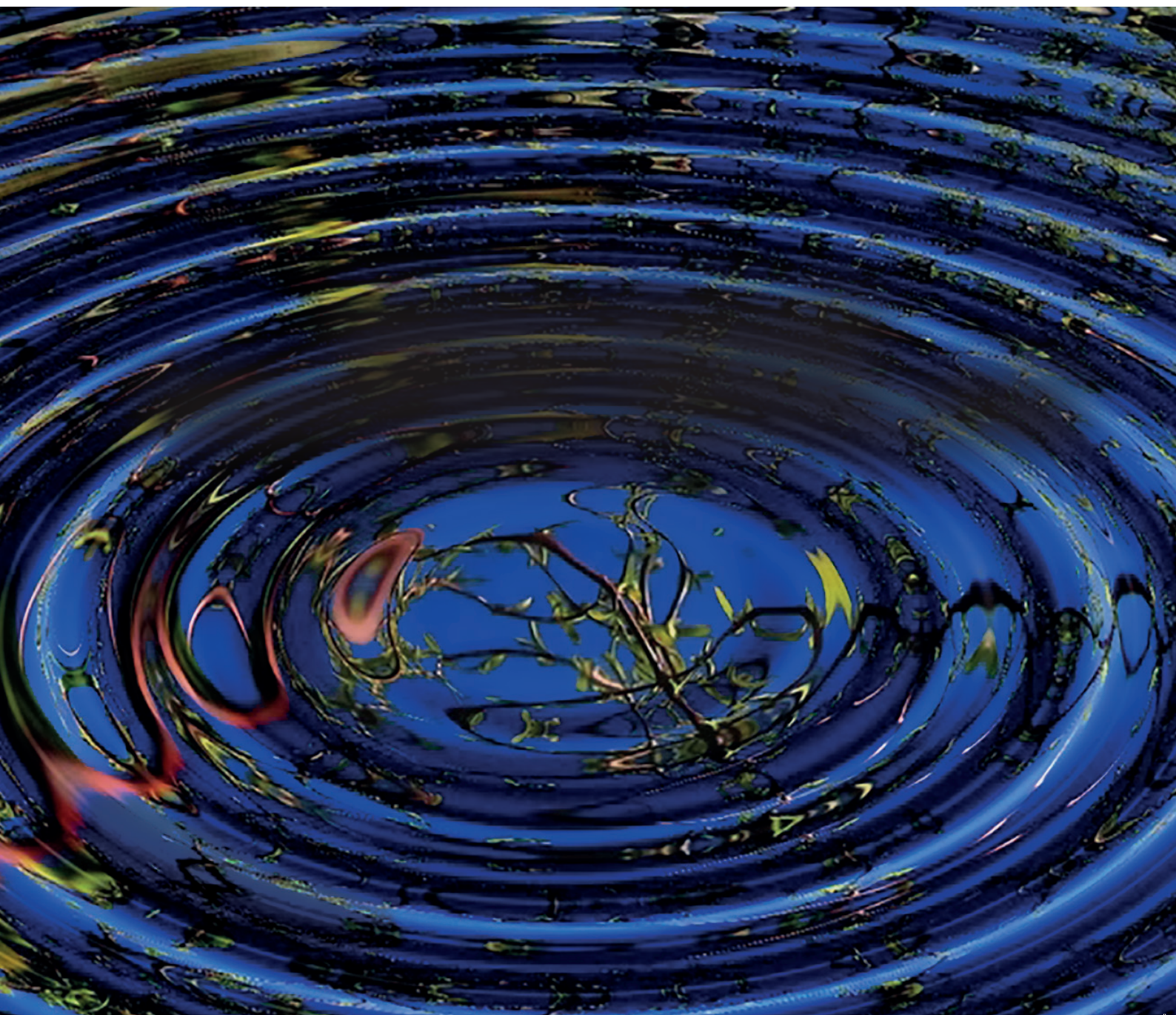


I Progetti ENEA per l'Economia Circolare

SPECIALE ENERGIA AMBIENTE E INNOVAZIONE

SPECIALE 3/2019
ENEA magazine
eai.enea.it

ISSN: 1124 - 0016



I progetti e le iniziative ENEA per l'economia circolare

Nell'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 'Speciale' allegato al numero di *Energia Ambiente e Innovazione* dedicato alla 'Rivoluzione Economia Circolare' 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'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*, ..), 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.

Sommario

• Materiali eco-innovativi per l'industria dell'auto: il Progetto REVALUE	3
• Compositi riciclabili per il settore automotive: il progetto C2CC	4
• Recupero di polvere di silicio da pannelli fotovoltaici a fine vita	5
• Biocosì - tecnologie e processi innovativi per la produzione di bioplastiche per imballaggi	6
• Progetto VALUEMAG: produrre composti ad elevato valore da micro-alghe	7
• L'impianto pilota ROMEO per il recupero di metalli preziosi da RAEE	8
• Il progetto RESIELP per il recupero dei materiali da pannelli fotovoltaici	9
• Il Progetto Inno-WEEE sui rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche	10
• Produrre batterie nuove da quelle a fine vita: le opportunità per una filiera italiana	11
• Il Progetto NETWAP per la gestione 'intelligente' dei rifiuti	12
• Attività di supporto ad Aeroporti di Roma per l'auto-compostaggio a Fiumicino	13
• Ridurre i rischi di approvvigionamento di materie prime strategiche: il progetto SCREEN	14
• Il progetto VALUE CE-IN per il monitoraggio della qualità degli effluenti e del loro riutilizzo in ambito agricolo	15
• Il progetto GST4Water per l'utilizzo sostenibile della risorsa idrica negli edifici e in ambito urbano.	16
• I progetti GOBIOM e +GAS per il recupero di materia ed energia da scarti organici e inorganici	17
• Recupero e valorizzazione energetica negli impianti di depurazione municipali	18
• Interventi per il riutilizzo delle acque reflue del depuratore di Catania	19
• Il progetto DECORUM per il settore dell'edilizia	20
• La gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione: il progetto CONDEREFF	21
• Le competenze ENEA per il regolamento REACH sulle sostanze chimiche	22
• I progetti FEEDSCHOOLS e TEESCHOOLS per la riqualificazione energetica delle scuole	23
• Il progetto PEFMED per aumentare la sostenibilità delle filiere agroalimentari mediterranee	25
• Misurare l'impronta ambientale di aziende e prodotti: il progetto EFFIGE	26
• Prodotti Made in Italy ad alto valore ambientale: il progetto LIFE MAGIS	27
• Promuovere la 'diagnosi delle risorse' nelle imprese, i progetti ENEA-Sviluppumbria	28
• Il progetto STORM per una rete di competenze sulla simbiosi industriale	29
• Percorsi di formazione professionale per istituzioni e imprese	30

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

Riuscire a progettare e realizzare componentistica più leggera è una delle strategie prioritarie delle case automobilistiche per ridurre le emissioni di CO₂ 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.

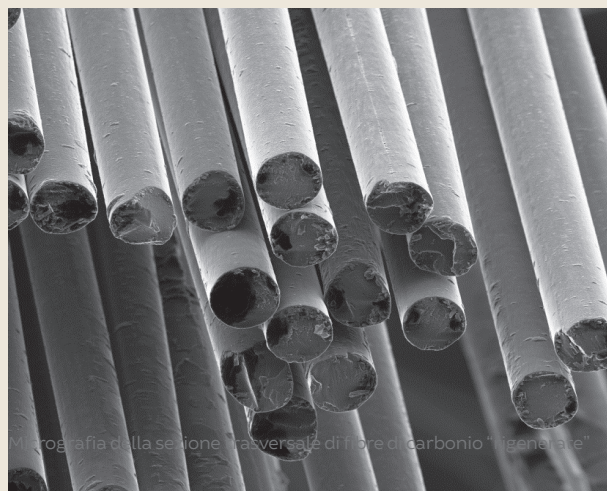
REVALUE fa leva sulla consolidata esperienza ENEA nel settore delle fibre di carbonio da recupero e, in particolare, su un processo chimico-fisico innovativo che consente di ripristinare la superficie di queste fibre e di conferire loro caratteristiche paragonabili a quelle di vergini. Ad oggi, infatti, 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.

Il gruppo di lavoro ENEA è costituito da: Anna Grazia Scalone, Antonio Donatelli, Giovanni Casciaro, Laura Capodiecì, Luciana Mirengi, Michele Nacucchi, Monica Schioppa, Sergio Galvagno, Tommaso Marciano, Stefania Bassini, Gaetano Coletta, Amalia Zucaro, Gabriella Fiorentino, Giuliana Ansanelli.



ZEISS	Field Of View 50.00 um Working Dist 10.5 mm	Blanker Current 1.8 pA Sample Bias 0.0 V	Dwell Time 2.0 us	Acceleration V 30.0 kV
--------------	--	---	----------------------	---------------------------

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)

Laboratorio e Centro ENEA

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

Referente tecnico

Flavio Caretto - flavio.caretto@enea.it

Compositi riciclabili per il settore automotive: il progetto C2CC

Le attuali normative sul contenimento progressivo delle emissioni di CO₂ 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 e (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



Cofanodaprodurreincompositototalmentericiclabile,secondolanuova tecnologia

(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.

Partner industriali e di ricerca	<p>Ferrer Dalmau/R*Concept, PMI spagnola che sviluppa e distribuisce resine per compositi a ridotto impatto ambientale</p> <p>GS4C, PMI innovativa italiana, specializzata sul tema della riciclabilità dei compositi e sulla open innovation</p> <p>GAIKER, consorzio spagnolo pubblico-privato specializzato nello sviluppo e qualificazione dei materiali compositi per il settore trasporti</p> <p>CRF, Centro Ricerche Fiat (gruppo FCA) in rappresentanza dei produttori automotive</p> <p>AM Composites, in rappresentanza dei produttori di componenti in composito polimerico</p>
Finanziamento Progetto	1.137.000 €
Laboratorio e Centro ENEA	Laboratorio tecnologie di materiali Faenza
Referente tecnico	Claudio Mingazzini - claudio.mingazzini@enea.it
TRL	7 (sviluppo e qualificazione di componenti in facilities di taglia industriale, per modello auto in produzione)

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 (etilene vinil acetato) 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 adesivo 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



Frammenti triturati di pannello fotovoltaico

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.

Partner industriale	ECODOM
Laboratorio e Centro ENEA	Centro di Ricerche ENEA di Brindisi Laboratorio Tecnologie di Materiali Faenza Laboratorio materiali e processi chimico-fisici Centro Ricerche Casaccia
Referente tecnico ENEA	Maria Lucia Protopapa - lucia.protopapa@enea.it

Biocosi - tecnologie e processi innovativi per la produzione di bioplastiche per imballaggi¹

In Italia, come in altri paesi con un'importante tradizione casearia, la quantità di siero di latte prodotto ogni anno è enorme (8×10^6 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 Biocosi (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 biode-**



Impianti separativi a membrana

gradabile 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 Innonetwork il progetto è finanziato con circa 1,2 milioni di euro dal Programma operativo regionale POR-FESR 2014-2020. Il sito web del progetto è www.biocosi.org.

¹ Il progetto Biocosi è stato condotto con il supporto del gruppo di lavoro ENEA che include: Valerio Miceli, Daniela Cuna, Patrizia Pallara, Angelo Camassa, Gianfranco Zingarelli

Partner industriali e di ricerca	CSQA, RL Engineering, Caseificio Colli Pugliesi, Compost Natura, EggPlant Università di Bari, Reti di Laboratori Pubblici di Ricerca Microtronic – CNR IFN
Finanziamento	1,2 milioni di euro
Laboratorio e Centro ENEA	Laboratorio Sostenibilità, Qualità e Sicurezza delle Produzioni Agroalimentari Centro di Ricerche Brindisi
Referente tecnico ENEA	Valerio Miceli - valerio.miceli@enea.it

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

Le 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 va-



lore aggiunto come i carotenoidi e gli omega-3 contenuti nelle matrici algali sono stati estratti mediante una tecnologia quale la CO₂ 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.nell'ambito del bando della

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.



Partner industriali e di ricerca	NomaSico (Cipro), Theracell (Grecia), PNO Innovation (Belgio), 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)
Finanziamento	4,7 milioni di euro
Laboratorio e Centro ENEA	Laboratorio Bioprodotti e Bioprocessi Centri di Ricerche Portici, Casaccia e Trisaia
Referente tecnico ENEA	Antonio Molino – antonio.molino@enea.it

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 (RAEE) 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 nei 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



Una panoramica dell'impianto ROMEO

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.

Laboratorio e Centro ENEA

Laboratorio Tecnologie per l'uso e gestione efficiente di acqua e reflui
Centro Ricerche Casaccia (Roma)

Referente tecnico ENEA

Danilo Fontana - danilo.fontana@enea.it

Il progetto RESIELP per il 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.

Il progetto si sviluppa sull'arco di 36 mesi e prevede la realizzazione nello stabilimento milanese della Relight di un impianto prototipale zero waste per il recupero di materiali dei 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% del peso del materiale (che corrisponde al peso del vetro e dell'alluminio nei pannelli in silicio cristallino).

RESIELP mira anche al recupero e riciclo dei materiali contenuti nel restante 15% del peso, ovvero la parte costituita dalle celle e che contiene 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.



ENEA è coinvolta con numerosi laboratori per un approccio trasversale e integrato nella valutazione degli aspetti ambientali dei processi di recupero e supportare la progettazione dell'impianto per il trattamento termico dei pannelli e 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 Tecnologia, 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)
Finanziamento	2.495.689 €
Laboratorio e Centro 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 ENEA	Marco Tammaro - marco.tammaro@enea.it

Il Progetto Inno-WEEE sui rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche

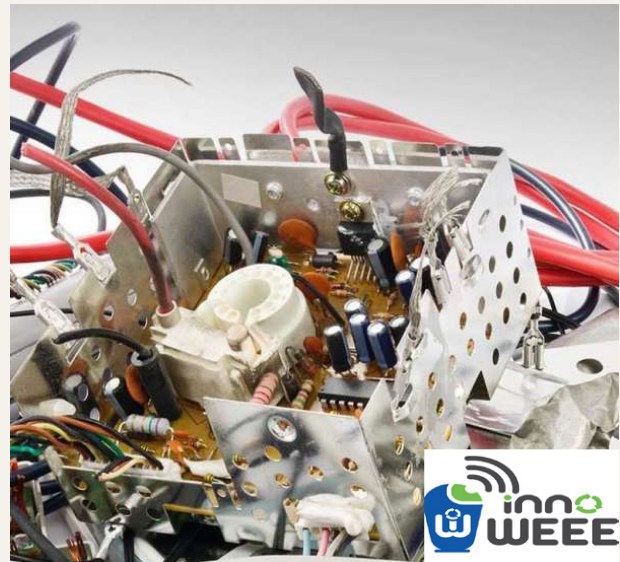
Il progetto Innovative WEEE traceability and collection system and geo-interoperability of WEEE data (Inno-WEEE) si propone di incrementare la raccolta dei Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (RAEE) mediante sistemi innovativi e di sviluppare nuovi metodi per il riutilizzo degli AEE (Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche) e il prolungamento del loro ciclo di vita.

Dedagroup curerà l'attuazione a scala reale nell'area di Cava de' Tirreni (SA) e gli altri partner gestiranno la sperimentazione a Trento e Bath.

Nello specifico, l'ENEA svilupperà e metterà a disposizione della cittadinanza un sistema di contenitori innovativi, una piattaforma dati per la tracciabilità dei rifiuti e assicurerà il necessario supporto tecnico-scientifico al Comune sui temi dell'impatto ambientale della filiera dei rifiuti, lo sviluppo e il trasferimento di metodologie e strumenti innovativi per l'adozione da parte della cittadinanza delle migliori pratiche disponibili; realizzerà inoltre attività di formazione ed informazione real time all'utenza, con la possibilità di contribuire alle programmazioni strategiche nel settore. Parallelamente si svilupperà una filiera per il riutilizzo di AEE ancora funzionanti. Infine, è prevista



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



l'attivazione di percorsi di sperimentazione sul campo sia per la raccolta e la tracciabilità sia per l'allungamento di vita delle apparecchiature anche attraverso lo studio di sistemi di premialità, come ad esempio la "gamification", cioè l'utilizzo di elementi mutuati dai giochi.

In Italia e in Europa, 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, fino al trattamento e recupero dei materiali.

Partner industriali e di ricerca	Dedagroup (IT) (Coordinator), ENEA (IT), Ecodom (IT), Comune Cava de' Tirreni (IT), Metellia Servizi Srl (IT), Comune di Trento (IT), Comune di Bath (UK), Fondazione Bruno Kessler (IT), Better Points (UK)
Finanziamento	2.051.962 €
Laboratorio e Centro 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 ENEA	Marco Tammaro - marco.tammaro@enea.it

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.

cristian.chiavetta@enea.it



Il Progetto NETWAP per la gestione 'intelligente' dei rifiuti

Il progetto NETWAP - NETWORK of small "in situ" WASTE Prevention and management initiatives, finanziato dal Programma Interreg Italia - Croazia 2014-2020 si propone di affrontare i potenziali danni ambientali e di migliorare la qualità dell'ambiente marino in territori selezionati dell'area di cooperazione. Nello specifico, il Progetto prevede azioni per incrementare consapevolezza, capacità, know-how e autonomia decisionale delle comunità locali per la gestione sostenibile dei rifiuti anche attraverso modelli e sistemi basati su tecnologie e procedure innovative, in sintonia con la gerarchia dei rifiuti dell'UE e i principi dell'economia circolare. Viene inoltre affrontato il problema della crescente pressione turistica su siti culturali e naturali fragili, con particolare attenzione alle comunità isolate, lontane da servizi di

raccolta e trattamento consolidati. Le azioni previste sono:

- elaborazione e pubblicazione sul web di linee guida per un'efficace gestione dei rifiuti nell'area del progetto e per costruire nuove pratiche sostenibili, sulla base dei dati raccolti;
- attività di formazione in italiano, inglese e croato per i soggetti delle comunità locali anche tramite l'utilizzo di videoclip e diapositive come file EPUB3 open source scaricabili da qualsiasi piattaforma di computer e dispositivo mobile in modo da raggiungere un pubblico il più ampio possibile;
- due azioni pilota per l'installazione e gestione di compostiere al fine di promuovere pratiche di gestione della frazione organica a livello locale e di comunità, al fine di modificare la percezione degli scarti come possibili risorse utili all'economia del territorio;
- monitoraggio dei rifiuti di plastica da "marine litter" e indagine su processi per renderli idonei al trattamento in impianti di selezione.

Il Progetto è iniziato il 1° gennaio 2019 e terminerà il 31 dicembre 2020. Attualmente è in corso la raccolta dati per ciascuno dei due territori obiettivo (Comune di Campomarino nel Molise e isola Ist in Croazia), al fine di individuare lo scenario di base in termini di gestione dei rifiuti, attività turistica, organizzazione delle infrastrutture locali e dei servizi. Si sta poi sviluppando un modello per la gestione 'intelligente' delle compostiere attraverso un sistema di acquisizione dati, monitoraggio e sensori a basso costo; sono inoltre in corso campagne di campionamento, raccolta e analisi delle plastiche spiaggiate e sui fondi marini.

Riuscire a far percepire una responsabilità condivisa nella gestione dei rifiuti ed evidenziarne le potenzialità come risorsa a disposizione delle comunità locali, è un obiettivo/risultato di particolare rilievo in territori a forte vocazione turistica che subiscono un più elevato l'impatto ambientale in alcuni periodi dell'anno. Le esperienze pilota italiano-croate sono pensate per diventare un modello di gestione da proporre come buona pratica a servizio della pubblica amministrazione e delle comunità locali. Referente del progetto è Lorenzo Cafiero, con il contributo del gruppo di lavoro formato da Fabio Musmeci e Carla Creo.

Attività di supporto ad Aeroporti di Roma per l'auto-compostaggio a Fiumicino

Fin dal 2011 ENEA si muove nell'ottica di una **green economy** circolare con progetti finalizzati a promuovere esperienze pilota e di sistemi a rete di compostaggio a piccola scala (autocompostaggio, di comunità e di prossimità) presso realtà pubbliche e private¹. La collaborazione fra ENEA ed *Aeroporti di Roma - ADR* si inserisce in questo contesto, con l'obiettivo di individuare e realizzare interventi mirati di prevenzione, trattamento e valorizzazione della frazione organica prodotta da ADR all'interno dell'aeroporto di Fiumicino attraverso l'utilizzo di tecnologie eco-innovative che rappresentino soluzioni integrate, concrete ed efficienti.

Le attività sono state strutturate in più fasi: una prima, già completata, nella quale sono stati elaborati gli elementi di valutazione per l'avvio del sistema ed è stata sviluppata la fattibilità del sistema green di gestione della frazione organica con i relativi tempi, tecnologie e costi sia nell'*air side* che nel *land side*. Nella seconda parte che si concluderà nei primi mesi del 2020, ENEA sta supportando ADR alla messa in esercizio di un impianto di autocompostaggio per la chiusura del ciclo degli scarti organici prodotti nell'area *air side* per la loro valorizzazione in compost. Gli scarti organici raccolti in maniera differenziata verranno conferiti e immediatamente trattati da un sistema di compostiere elettromeccaniche con caratteristiche tecnologiche tali da permettere lo svolgimento di tutte le fasi del processo, monitorato in continuo, all'interno dei diversi moduli chiusi. La durata del processo non sarà inferiore a 90 giorni. Il compost prodotto sarà in linea



con quanto previsto dal D.M. 5 febbraio 1998 e dal D.M. 05 aprile 2006 num. 186 e s.m.i. Il progetto promuove un approccio integrato alla gestione e alla valorizzazione della frazione organica in loco tramite l'utilizzo di macchine eco-innovative, il monitoraggio e il controllo *on site* e remoto di tutte le fasi del processo di compostaggio e coinvolgerà in maniera attiva i viaggiatori che transitano nell'aeroporto e i gestori dei servizi di ristorazione con ricadute di sensibilizzazione e di responsabilizzazione trasversale.

L'iniziativa potrebbe essere replicata in altri contesti, vedendo come destinatari la Pubblica Amministrazione, le Associazioni di categoria, i piccoli comuni, ma anche grandi utenze, condomini, strutture turistiche (alberghi, mense, camping, ristoranti) e aziende produttrici di scarti organici. Il referente tecnico del progetto è Pier Giorgio Landolfo, con il contributo del gruppo di lavoro formato da Maurizio Coronidi, Fabio Musmeci e Margherita Canditelli.

¹ Un esempio è il progetto ASTRO che prevede l'utilizzo di macchine elettromeccaniche (compostiere) per la valorizzazione della frazione organica in loco

Ridurre i rischi di approvvigionamento di materie prime strategiche: il progetto SCRREEN

Il progetto SCRREEN mira a ridurre i rischi di approvvigionamento delle materie prime strategiche (Critical Raw Materials - CRM) a livello europeo, attraverso strategie di gestione responsabile e la creazione di un network di esperti specializzato nella diffusione della conoscenza, di buone pratiche e in grado di promuovere eventi, studi, ricerche e analisi di mercato.

ENEA è responsabile della creazione e gestione del Network. Fra il 2017 e il 2018 ha coordinato l'organizzazione di 11 workshop su: Economia Circolare, Produzione, Risorse, Sostituzione, Politiche Governative, Mercato. ENEA ha identificato i gruppi di esperti, collaborato alla consultazione degli stakeholder e sta definendo piani di attività e di business per la futura operatività del Network, che mira a diventare il riferimento in tema di materie prime a livello europeo, valorizzando il potenziale dei CRM nel contesto dell'industria europea, specie in considerazione della transizione verso un'economia circolare e un uso efficiente delle risorse.

Nel corso del progetto è stata fatta una mappatura di risorse primarie e secondarie; processi, tecnologie di produzione e barriere alla diffusione dell'economia circolare (RAEE, batterie ecc.); buone pratiche per il recupero dei CRM dai prodotti a fine vita.

È stato analizzato il quadro di riferimento politico a livello comunitario, nazionale e regionale.

Sono stati selezionati gli esperti che parteciperanno alla



validazione dei dati sulle 83 materie prime selezionate, sul mercato e sulla *value chain*.

Il network di esperti supporta inoltre la Commissione anche nella preparazione della lista aggiornata delle materie strategiche attesa per il prossimo anno (l'ultima risale al 2017): individuate sulla base della loro importanza per l'industria europea e del rischio di approvvigionamento in relazione alle aree di provenienza: molti CRM, infatti, vengono utilizzati in applicazioni e prodotti di largo uso in vari settori (elettronica, automotive, energia) e provengono da Paesi terzi (Cina, Sudafrica, Congo, Brasile, Russia ecc.). Le attività sono state svolte principalmente da Giovanni Di Girolamo con la collaborazione in qualche occasione di Della Sala, Federici, Mirabile Gattia, Beltrani, Tammaro.

Partner industriali e di ricerca	CEA (coordinatore progetto), Fraunhofer, Tecnalia, VTT, ECODOM, UNU, JRC, MINPOL, KTN, altri
Laboratorio e Centro ENEA	Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali Centro Ricerche Casaccia (Roma)/Ufficio di Palermo
Referente tecnico ENEA	Giovanni Di Girolamo - giovanni.digirolamo@enea.it

Il progetto 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.

Partner industriali e di ricerca

Università di Bologna, Università di Ferrara, Politecnico di Milano, CNR

Laboratorio e Centro ENEA

Laboratorio ENEA per l'Ambiente (LEA)

Referente tecnico

Luigi Petta - luigi.petta@enea.it

Il progetto 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 configurazioni 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 m³), 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.

marco.ferraris@enea.it

I progetti GoBiom e +GAS per il recupero di materia ed energia da scarti organici e inorganici¹

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 ligninocellulosiche) 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 CO₂ 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 CO₂. 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.

antonio.giuliano@enea.it



¹ I progetti GoBioM e +GAS sono stati condotti con il supporto del gruppo di lavoro ENEA che include: Antonio Giuliano, Luigi Petta, Roberta Guzzinati, Carmela Cellamare, Stefania Casu, Angela De Vanna, Massimo Granieri, Roberto Nuzzi.

Recupero e valorizzazione energetica negli impianti di depurazione municipali¹

Gli 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.

alessandro.spagni@enea.it

¹ Le attività menzionate nell'ambito del progetto ES-PA sono state condotte con il supporto del gruppo di lavoro ENEA che include: Alessandro Spagni, Luigi Petta, Davide Mattioli, Gianpaolo Sabia, Marco Ferraris, Antonio Giuliano, Raffaele Pica

Interventi per il riutilizzo delle acque reflue del depuratore di Catania¹

L'ENEA, in collaborazione con Università di Catania e CSEI, supporta le azioni del Commissario Straordinario Unico per il coordinamento e la realizzazione degli interventi funzionali a garantire l'attuazione delle sentenze della Corte di Giustizia UE in tema di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue². In particolare, tramite il Laboratorio SSPT-USER-T4W Tecnologie per l'uso e la gestione efficiente di acqua e reflui, ENEA contribuisce alla redazione del *Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo alle diverse opzioni di recapito finale delle acque reflue trattate nell'impianto di depurazione di Catania*³ per l'adeguamento del sistema di collettamento fognario e depurativo a servizio dell'ambito della città.

L'intervento consiste nella definizione dello stato di fatto completo ed aggiornato del contesto d'intervento e nella valutazione delle possibili soluzioni per garantire la gestione sostenibile dei reflui in uscita dall'impianto di depurazione. In particolare, le valutazioni puntano a massimizzare la quota di reflui depurati da inviare al riutilizzo agronomico a beneficio delle colture locali ed al superamento delle problematiche locali di carenza idrica. In relazione all'opzione individuata, è prevista l'elaborazione di uno studio a supporto della redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica, con la definizione degli aspetti di carattere realizzativo ed operativo di maggior rilievo.

Dopo aver preso in esame il quadro autorizzativo pregresso e vigente all'attualità, e tenuti in opportuna considerazione gli aspetti che riguardano l'assetto impiantistico di progetto e la consistenza delle opere già esistenti destinate al riuso degli effluenti depurati, sono stati individuati i corpi idrici ricettori delle portate allo scarico che non possono essere



inviare al riutilizzo nei periodi di mancata richiesta delle utenze agricole (es. periodi di pioggia) o in condizioni di emergenza. Successivamente, l'analisi dei fabbisogni irrigui della piana di Catania ha evidenziato la possibilità di soddisfarli mediante l'utilizzo delle acque reflue depurate e che il locale Consorzio di Bonifica è in grado di identificare soluzioni per convogliare attraverso le proprie reti di distribuzione un carico idraulico tale da irrigare circa 6000 ha nel periodo estivo ed oltre 13000 ha nel periodo invernale. Sulla base di tali valutazioni, sono state analizzate le principali alternative tecniche di intervento, tra le quali è stato individuato uno schema operativo di interventi volti a massimizzare il recupero delle acque reflue depurate prodotte dall'impianto ai sensi del D.M. 185/2003: tale schema, mediante la realizzazione di una condotta in aggiunta a quella già in fase di completamento ad opera del Comune di Catania e di un opportuno volume di compenso delle punte orarie, consentirà l'invio al consorzio di bonifica di una quantità di acqua trattata con una potenzialità massima pari alla portata media di tempo asciutto in uscita dall'impianto a seguito degli ampliamenti previsti e pari a circa 1500 l/s.

luigi.petta@enea.it

¹ Le attività sono condotte con il supporto del gruppo di lavoro ENEA che include: Luigi Petta, Marco Ferraris, Gianpaolo Sabia, Antonio Giuliano, Enrico Tesini, Antonella Luciano

² Prof. Enrico Rolle ex Legge n.18 del 27 febbraio 2017

³ Si tratta di uno dei casi più significativi nell'ambito della procedura di infrazione (2004/2037) cui è stata sottoposta l'Italia per la non adeguata applicazione degli articoli 3 e 4 della direttiva 91/271/CEE - Trattamento acque reflue urbane

Il progetto DECORUM per il settore dell'edilizia

Il progetto DECORUM (DEMolition and CONstruction Recycling Unified Management)¹ 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.

L'utilizzo della piattaforma da parte delle stazioni appaltanti e di conseguenza 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.

Partner industriali e di ricerca	Softlab SpA, Contento Trade
Finanziamento	625 510,69
Laboratorio e Centro ENEA	Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali Centro Ricerche Casaccia (Roma)
Referente tecnico ENEA	Antonella Luciano - antonella.luciano@enea.it

La gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione: il progetto CONDEREFF

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 incentrare 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, im-



prese 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.

Partner industriali e di ricerca	Polytechnic University of Valencia (ES); Italian national agency for new technologies, energy and sustainable economic development – ENEA (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)
Finanziamento	1.617.955 €
Laboratorio e Centro ENEA	Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali Centro Ricerche Casaccia (Roma)
Referente tecnico ENEA	Antonella Luciano - antonella.luciano@enea.it

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. 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.

Il Gruppo di lavoro ENEA è composto da Francesca Carfi, Roberto Carletti, Sabrina Moro Iacopini, Priscilla Reale, Veronica Scutari.

Partner industriali e di ricerca	Ministero dello Sviluppo Economico
Finanziamento	949.400 €
Laboratorio e Centro ENEA	Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali Centro Ricerche Casaccia (Roma)
Referente tecnico ENEA	Stefano Castelli – stefano.castelli@enea.it

I progetti FEEDSCHOOLS e TEESCHOOLS per la riqualificazione energetica delle scuole

L'impiego di soluzioni tecniche che permettano di ridurre il fabbisogno energetico e le emissioni climalteranti nel ciclo di vita dell'edificio, l'uso efficiente delle risorse e di fonti di energia rinnovabili sono essenziali per favorire un modello di economia circolare. In questa direzione vanno i progetti FEEDSCHOOLS, Financing environment and energy efficiency development in schools¹ e TEESCHOOLS, Transferring Energy Efficiency in Mediterranean Schools² coordinati dai laboratori RISE e LAERTE dell'ENEA³ di Bologna. L'obiettivo di entrambi i progetti è di accelerare la riqualificazione energetica degli edifici scolastici rendendo disponibili agli Enti Locali indicazioni per procedure più semplici e soluzioni tecnico-finanziarie che favoriscano attività di ristrutturazione orientate all'approccio nZEB (Nearly Zero Energy Building) e l'utilizzo



di fonti rinnovabili. Entrambi i progetti sono stati avviati nel 2017 e si concluderanno nel 2020.

Nell'ambito di FEEDSCHOOLS, ENEA ha elaborato e reso disponibile gratuitamente on line all'indirizzo <http://www.feedschools.eu/> un toolkit per semplificare la diagnosi energetica degli edifici in vista del successivo piano di efficientamento con un set di strumenti operativi:

- un'applicazione che consente di calcolare il profilo energetico degli edifici, di classificarlo in base ai consumi medi del parco scolastico nazionale e di individuare soluzioni migliorative (su involucro, serramenti, sistemi di riscaldamento e illuminazione), indirizzando la scelta verso le soluzioni più efficienti anche in termini di Carbon Footprint;
- un'applicazione che consente di verificare la fattibilità finanziaria e il rapporto costi/benefici delle soluzioni migliorative individuate;
- un database di best practices di efficienza energetica negli edifici scolastici (elementari, medie e superiori) dei Paesi partner come modello per la realizzazione di edifici nZEB.

Il progetto prevede inoltre attività di formazione e di disseminazione dei risultati anche attraverso l'organizzazione di eventi per il personale tecnico degli Enti Locali, di meeting, conferenze regionali, lezioni per gli studenti, training in aula e una piattaforma e-learning focalizzata sui temi della riqualificazione energetica degli edifici pubblici e sugli nZEB. Per raggiungere il maggior numero di Comuni e accrescere l'utilizzo degli strumenti sviluppati sarà coinvolto il Patto dei Sindaci; inoltre, ciascun partner dovrà elaborare un piano di azione per condividere e replicare i risultati ottenuti.

Nell'ambito di TEESCHOOLS, ENEA ha realizzato una piattaforma integrata disponibile gratuitamente on-line all'indirizzo <http://www.improveyourschool.enea.it> che comprende un set di strumenti user friendly:

- un software per eseguire la diagnosi energetica semplificata degli edifici scolastici che può essere utilizzato anche da non esperti sulla base di un set minimo di dati sull'edificio. Il tool sviluppato da ENEA³ permette di eseguire una prima valutazione delle performance energetiche dell'edificio, di identificare gli immobili sui quali è più conveniente agire e di scegliere le azioni di miglioramento con il miglior rapporto costi/benefici.



- un database di best practices realizzate, consultabili sia per Paese partner, sia per tipologia di scuola (elementari, medie e superiori) che possano essere recepite nei piani energetici locali, regionali e nazionali.

Un aspetto sostanziale del progetto è la formazione e la disseminazione dei risultati affinché siano utilizzati da una platea il più ampia possibile di tecnici della Pubblica Amministrazione. ENEA ha realizzato training in aula per gli Enti Locali e, a breve sarà on-line una piattaforma di e-learning sui temi della riqualificazione energetica degli

edifici pubblici e sugli nZEB; sono previsti eventi e meeting, conferenze regionali e open lesson per gli studenti e verrà elaborato un Green Paper sulle principali problematiche riscontrate e le possibili soluzioni migliorative per l'efficientamento delle scuole nei Paesi partner.

Il responsabile scientifico del progetto è Mario Tarantini, il gruppo di lavoro è composto da Arianna Dominici Loprieno, Rovena Preka, Pier Luigi Porta (Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali), Maria-Anna Segreto che coordina il team del Dipartimento Unità Efficienza Energetica, Marcello Artioli, Simone Beozzo e Alessandra Gugliandolo (Dipartimento Unità Efficienza Energetica).

mario.tarantini@enea.it

¹ Finanziato dal Programma di cooperazione territoriale Interreg Central Europe 2014-2020, il Progetto coinvolge undici partner di sei Paesi dell'Europa centrale: Austria, Croazia, Polonia, Repubblica Ceca, Slovenia, Ungheria più l'Italia. Ha preso il via nel settembre 2017 e terminerà ad agosto 2020 (<https://www.interreg-central.eu/Content.Node/FEEDSCHOOLS.html>)

² Finanziato dal Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale attraverso il programma Interreg MED 2014-2020, il Progetto coinvolge undici partner internazionali dell'area mediterranea (Italia, Cipro, Croazia, Francia, Grecia, Spagna) e della Bosnia-Erzegovina. Iniziato a febbraio 2017, terminerà a marzo 2020 (sito web del progetto TEESCHOOLS: <https://teeschools.interreg-med.eu>)

³ Il tool è stato testato su 35 scuole dei cinque paesi partner e, in Italia, su quelle del territorio di Castel San Pietro Terme, partner del progetto

⁴ Sito web del progetto TEESCHOOLS: <https://teeschools.interreg-med.eu/>

Il progetto PEFMED per aumentare la sostenibilità delle filiere agroalimentari mediterranee

Il progetto europeo “PEFMED – Uptake of the Product Environmental Footprint across the MED agrifood regional productive systems to enhance innovation and market value” ha come obiettivi la promozione di interventi di eco-innovazione di sistema per aumentare la sostenibilità delle filiere agroalimentari mediterranee, attraverso lo sviluppo e la fase pilota del “metodo PEFMED”, che integra l'applicazione del metodo europeo Product Environmental Footprint con un insieme di indicatori socio-economici.

Il progetto ha come ulteriori finalità stimolare un cambiamento culturale del modello di produzione verso un approccio orientato alla PEF, attraverso azioni di formazione, trasferimento e disseminazione e di supportare gli obiettivi delle Smart Specialisation Strategies (S3). Il metodo PEFMED è stato testato in nove filiere e su sei categorie di prodotto: olio d'oliva in Francia e Spagna, vino in Italia, formaggio in Italia, Slovenia e Grecia, mangimi in Portogallo, salumi in Spagna e acqua in bottiglia in Francia.



Project co-financed by the European Regional Development Fund

Dopo aver valutato le prestazioni ambientali e socio-economiche dei prodotti, sono state identificate 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 Specialisation Strategies, queste soluzioni sono state



analizzate in relazione agli strumenti di politica economica disponibili a livello regionale e nazionale e sono stati realizzati pacchetti formativi indirizzati a nuove filiere agroalimentari. ENEA, in quanto coordinatore e partner tecnico, ha supportato tutte le attività del progetto, in particolare per la fase pilota, svolgendo gli studi PEF e l'analisi socio-economica nelle filiere del Taleggio in Lombardia e del vino in Puglia.

Nell'insieme sono state raccolte oltre 60 *best practices* e sviluppati strumenti per effettuare studi PEF semplificati.

I risultati della fase pilota e le imprese, i cluster e i referenti regionali che vi hanno partecipato, così come il metodo, gli strumenti e le *best practices* sviluppate, sono disponibili su <https://www.pefmed-wiki.eu/>.

Il gruppo di lavoro ENEA è costituito da: Valentina Fantin, Sara Cortesi, Cristian Chiavetta, Antonella Del Fiore, Valerio Miceli, Francesca Zinni, Ombretta Presenti, Marco D'Andrea.

Partner industriali e di ricerca	Federalimentare Servizi, Associazione Francese delle Industrie Alimentari, Federazione Spagnola delle Industrie Alimentari e delle Bevande, Federazione delle Industrie Portoghesi Agro-alimentari, Federazione Ellenica delle Industrie Alimentari, Camera di Commercio e dell'Industria della Slovenia – Camera delle Imprese Agricole e Alimentari
Finanziamento	2.438.360 €
Laboratorio e Centro ENEA	Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali Laboratorio Sostenibilità, qualità e sicurezza delle produzioni agroalimentari Centro Ricerche Casaccia (Roma)
Coordinatore e Referente scientifico	Caterina Rinaldi - caterina.rinaldi@enea.it
Referente tecnico	Nicola Colonna - nicola.colonna@enea.it



Misurare l'impronta ambientale di aziende e prodotti: il progetto EFFIGE

Il progetto LIFE EFFIGE- Environmental Footprint For Improving and Growing Eco-efficiency (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.

Partner industriali e di ricerca	Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento Sant'Anna (coordinatore), Assofond; CAMST; Consorzio Agrituristico Mantovano, DAI CARULINA, FederlegnoArredo
Finanziamento	1.643.000 €
Laboratorio e Centro ENEA	Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali Centro Ricerche Bologna e Centro Ricerche Casaccia (Roma)
Referente tecnico	Patrizia Buttol - patrizia.buttol@enea.it

Prodotti Made in Italy ad alto valore ambientale: il progetto LIFE MAGIS

Il progetto LIFE MAGIS – MAde Green in Italy Scheme si propone 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 un costo totale di 2.624.168 €, ha preso il via nel settembre 2019 e si concluderà a dicembre 2022. I settori nei quali saranno individuati i prodotti oggetto di sperimentazione includono lavorazione della pelle, cosmetica, serramentistica e produzione di caffè, formaggio, prodotti da forno, gelati e ortofrutta.

Per i prodotti selezionati, LIFE MAGIS supporterà lo sviluppo di Regole di Categoria di Prodotto (RCP) come previsto dallo schema MGI e almeno 21 aziende dei settori di riferimento analizzeranno i propri prodotti con le RCP sviluppate. Una specifica attività riguarda inoltre la replicabilità degli approcci e degli strumenti di LIFE MAGIS ad altri settori produttivi in Italia e agli stessi settori in Europa.

ENEA supervisionerà lo sviluppo delle Regole di Categoria di Prodotto, garantendone la conformità con le indicazioni europee e nazionali, e la creazione dei dataset che saranno prodotti e resi pubblici e svilupperà strumenti per facilitare il percorso delle aziende interessate allo schema Made Green in Italy (MGI). Di particolare rilievo saranno 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 atteso è il miglioramento del profilo ambientale dei prodotti italiani, il rafforzamento della comunicazione delle loro qualità ambientali e l'aumento della loro attrattività nei confronti dei consumatori. Il progetto mira infatti a raggiungere da una parte i produttori, ovvero aziende italiane che parteciperanno allo schema MGI, e dall'altra i consumatori, destinatari di una comunicazione ambientale chiara, trasparente e confrontabile.

Partner industriali e di ricerca	Apo Conerpo Soc. Coop. Agricola, Cosmetica Italia – the personal care association, 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
Finanziamento	2.624.168 €
Laboratorio e Centro ENEA	Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali Centro Ricerche Bologna
Referente tecnico	Sara Cortesi - sara.cortesi@enea.it

Promuovere la ‘diagnosi delle risorse’ nelle imprese, i progetti ENEA-Sviluppumbria

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 ridurne 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 Casaccia.

laura.cutaia@enea.it

Il progetto 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



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.

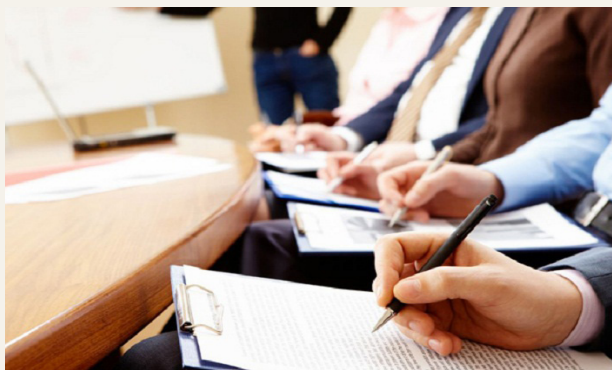
Partner industriali e di ricerca	DMT GmbH & Co., aziende che hanno partecipato ai tavoli di lavoro
Finanziamento	295.000 €
Laboratorio e Centro ENEA	Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali Centro Ricerche Casaccia (Roma)
Referente tecnico	Silvia Sbaiffoni - silvia.sbaiffoni@enea.it

Percorsi di formazione professionale per istituzioni e imprese

ENEA 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>

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 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:

1. l'aumento della consapevolezza di imprese e stakeholder del mondo della finanza, per facilitare l'innovazione dei sistemi produttivi verso l'economia circolare
2. la costruzione di percorsi formativi per investitori e imprese per stimolare il finanziamento e l'adozione di modelli di economia circolare a livello industriale
3. la scalabilità del percorso a livello europeo nei diversi contesti geografici dei partner coinvolti nel progetto.



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/>

	Progetto CETIP	Progetto CL-Hub	RefresCO	Atelier
Coordinatore di progetto	ENEA	Università politecnica delle Marche	ENEA	ENEA
Partner industriali	Confindustria Emilia	Confindustria Marche Nord Climate Media Factory Azimut Capital Management CONSOB Unicredit	Zanardi fonderie SpA	Imprese Lombardia
Partner tecnico-scientifici	AESS	ENEA AESS Cleantech Bulgaria Ltd. Athena Research and Innovation Center	Bay Zoltán, Università Milano Bicocca, CEA, Limerick University MEERI, Università di Padova	UNIONCAMERE Lombardia
Laboratorio ENEA e Centro Ricerche	SSPT-SEC (Centri Ricerche Bologna e Casaccia)	SSPT-SEC (CR Bologna, Casaccia e Brindisi)	SSPT-USER-RISE SSPT-SEC	SSPT-SEC - SSPT-USER-RISE -SSPT-USER-T4RM - SSPT-USER-T4W
Referente tecnico ENEA	Francesca Cappellaro	Francesca Cappellaro	Grazia Barberio	Francesca Ceruti



doi.org/10.1002/for