

10 **FOCUS**
Scienza economica e
questione ambientale

32 **FOCUS**
Emissioni e produttività
nel manifatturiero

44 **FOCUS**
Oltre le parole,
c'è un significato

Energia ambiente e innovazione

ENEA magazine

N. 1/2018
enea.it

ISSN: 1124 - 0016

Intervista

*Ignazio Musu,
Università Ca' Foscari,
Venezia*

€conomie



L'economia circolare per un uso efficiente delle risorse: aspetti economici del pilota di simbiosi industriale nell'ASI di Rieti-Cittaducale

Il disaccoppiamento tra attività economica, impatti ambientali e uso delle risorse naturali è un aspetto fondamentale del passaggio dall'economia lineare a quella circolare che dovrà essere portato a termine nei prossimi decenni. In particolare, il modello industriale deve essere trasformato in un sistema più integrato in cui il consumo di energia e di materiali viene ottimizzato, la produzione di rifiuti ridotta al minimo e gli scarti di un processo produttivo diventano materia prima per un altro processo. È in tale contesto che matura il concetto di simbiosi industriale come approccio eco-innovativo di sistema che favorisce la collaborazione tra industrie tradizionalmente separate per conseguire vantaggi competitivi derivanti dal trasferimento di materia, energia, acqua e/o sottoprodotti, attraverso anche le possibilità sinergiche offerte dalla prossimità geografica. L'esperienza in corso nell'Area di Sviluppo Industriale di Rieti-Cittaducale

DOI 10.12910/EAI2018-011

di **Grazia Barberio, Laura Cutaia, Erika Mancuso, ENEA, e Marco La Monica, free lance researcher**

S secondo l'UNEP, la diffusione della Green Economy richiede iniziative pubbliche e private in grado di: ridurre le emissioni di carbonio e l'inquinamento; aumentare l'efficienza energetica e delle risorse; impedire

la perdita di biodiversità e di servizi ecosistemici, così da tutelare e accrescere il capitale naturale e migliorare il benessere delle persone. Il disaccoppiamento tra attività economica, impatti ambientali e uso delle risorse naturali

A tale riguardo è necessario realizzare un disaccoppiamento tra attività economiche, impatti ambientali e uso delle risorse naturali attraverso un disaccoppiamento delle risorse e un disaccoppiamento degli impatti [1].



Il *disaccoppiamento delle risorse* si concretizza in una diminuzione delle risorse materiali, energetiche, idriche e terrestri impiegate per l'ottenimento di uno stesso livello di produzione economica. Ciò avviene per effetto di una maggiore efficienza d'uso o produttività delle risorse stesse.

Il *disaccoppiamento degli impatti*, invece, richiede un miglioramento dell'eco-efficienza in grado di incrementare la produzione economica e di ridurre, nel contempo, gli impatti ambientali negativi che derivano dalle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto: estrazione delle risorse (es. inquinamento delle acque sotterranee dovuto all'attività mineraria o agricola); produzione (es. degrado del suolo, emissioni); consumo (es. trasporto che genera emissioni di CO₂); post-consumo (es. rifiuti).

Tali risultati possono essere raggiunti attraverso la transizione dall'economia lineare all'economia circolare.

L'economia circolare e le principali scuole di pensiero

Negli ultimi anni, l'economia circolare ha avuto sempre più un ruolo di primo piano nei dibattiti politici, economici e commerciali. Ciò perché il modello lineare di produzione e di consumo, che ha caratterizzato i sistemi economici fin dalla rivoluzione industriale, si basa sull'ipotesi che le risorse siano abbondanti, disponibili, facili da reperire ed economiche da smaltire. L'economia lineare, ripetendo continuamente il modello di crescita *estrai-produci-consuma-getta*, alimenta un sistema in cui il ciclo di vita di un prodotto si conclude all'atto stesso in cui viene consumato, generando rifiuti (*cradle to grave*).

Nell'economia circolare, invece, ispirandosi al funzionamento della natura, tutte le attività (ad iniziare dall'estrazione e dalla produzione) sono concepite ed organizzate in funzione della chiusura dei cicli delle

risorse da realizzare attraverso: l'eco-progettazione; la minimizzazione di perdite e scarti lungo tutto il ciclo di vita di prodotti e servizi; l'uso di risorse rinnovabili o materiali riciclati; l'estensione della vita dei prodotti; l'accesso a prodotti/risorse e la loro condivisione piuttosto che il loro possesso; il riuso di componenti e sistemi di riciclo in grado di garantire elevati standard di qualità dei materiali e prodotti riciclati.

È importante sottolineare che, attualmente, il concetto di economia circolare manca di una definizione scientificamente approvata. L'autorevole *Ellen MacArthur Foundation*, distinguendo tra cicli tecnici e cicli biologici, si limita a caratterizzare l'economia circolare come un'economia pensata per potersi rigenerare da sola e per mantenere i prodotti, i componenti e i materiali, al massimo grado di utilità e valore in ogni fase della loro vita. Essa viene concepita, quindi, come un ciclo di sviluppo positivo continuo che pre-

serva e migliora il capitale naturale, disaccoppiando lo sviluppo economico globale dal consumo di risorse finite [2]. Al riguardo, la fondazione stima che, entro il 2030, l'economia circolare possa determinare in Europa un aumento del PIL dell'11% (contro una previsione dell'attuale modello lineare attorno al 4%), un aumento del reddito medio disponibile per le famiglie di 3.000 euro, un calo del 32% del consumo delle risorse e una riduzione del 48% delle emissioni di CO₂.

Il concetto di economia circolare ha origini profonde e non può essere ricondotto a una singola data o autore. Nel 1966, K. E. Boulding nell'articolo *The Economics of the Coming Spaceship Earth* introdusse le ragioni per cui è necessario passare da un sistema economico aperto ad uno chiuso, capace di rigenerare continuamente le risorse, usando soltanto un apporto esterno di energia [3].

Lo sviluppo e il perfezionamento del concetto di economia circolare e le sue possibili applicazioni pratiche ai

moderni sistemi economici hanno trovato slancio, alla fine degli anni '70, grazie agli sforzi di un ristretto gruppo di accademici, studiosi ed imprenditori che hanno dato vita ad alcune delle principali scuole di pensiero, di seguito riportate.

Regenerative Design: nasce negli anni '70 ad opera di J.T. Lyle, docente universitario americano, che attraverso nuove linee di ricerca promuove l'idea che tutti i sistemi, a partire dall'agricoltura, possano essere organizzati in maniera rigenerativa, cioè progettati in modo tale da rinnovare le risorse materiali ed energetiche consumate.

Performance Economy: ha origine da un rapporto della Commissione Europea del 1976 dove i due coautori W. Stahel e G. Reday rappresentano la visione di un'economia in *loop* (o circolare), evidenziando i suoi possibili impatti ambientali ed economici. A ciò si connettono i nuovi scenari della *Performance Economy* in cui, facendo leva sull'orientamento al risultato da parte del cliente, ci

si concentra sulla vendita di servizi (prestazioni) piuttosto che su quella dei prodotti.

Cradle to Cradle: si sviluppa negli anni '90 ad opera del chimico tedesco M. Braungart e dell'architetto americano B. McDonough. Questa scuola di pensiero, distinguendo tutti i materiali coinvolti nei processi produttivi in due categorie, tecnici e biologici, si concentra sulla *effectiveness design*, cioè su una progettazione capace di generare flussi di prodotti con impatto ambientale positivo (eco-efficacia), piuttosto che sulla riduzione degli impatti negativi (eco-efficienza).

Biomimicry: questo concetto è stato reso popolare nel 1997 dalla scienziata americana J. Benyus con un suo libro in cui la *biomimetica* viene definita come una nuova scienza che studia i modelli della natura, per poi imitarli o prenderne ispirazione per risolvere i problemi umani.

Industrial ecology: studia i flussi di materiali e di energia attraverso i sistemi industriali. Considerata come la scienza della sostenibilità, questa disciplina nasce nel 1989, anno in cui R. A. Frosh e N. E. Gallopoulos introducono il concetto di ecosistema industriale: in analogia a quanto avviene nei sistemi ecologici, il modello industriale deve essere trasformato in un sistema più integrato in cui il consumo di energia e di materiali viene ottimizzato, la produzione di rifiuti viene ridotta al minimo e gli scarti di un processo produttivo diventano materia prima per un altro processo. È in tale contesto che matura il concetto di simbiosi industriale come approccio eco-innovativo di sistema che favorisce la collaborazione tra industrie tradizionalmente separate al fine di conseguire vantaggi competitivi derivanti dal trasferimento di materia, energia, acqua

Sinergie					
Risorse	Quantità	Valore di Mercato	Match	Aziende	Scenario
Casse industriali di legno	50 unità	15.000 €	1	2	Riuso
Imballaggi di cartone	5000 unità	5.000 €	2	3	Riuso
Pallet - EPAL	9490 unità	123.370 €	12	7	Riuso
Pallet - Altre dimensioni	300 unità	5.200 €	10	7	Riuso
Efficientamento					
Risorse	Quantità	Valore di Mercato	Match	Aziende	Scenario
Biomasse legnose	300 t/a	34.000 €	8	9	Riciclo

Tab. 1 | Cinque possibili scenari di simbiosi industriale nell'ASI di Rieti-Cittaducale
Fonte: [6]

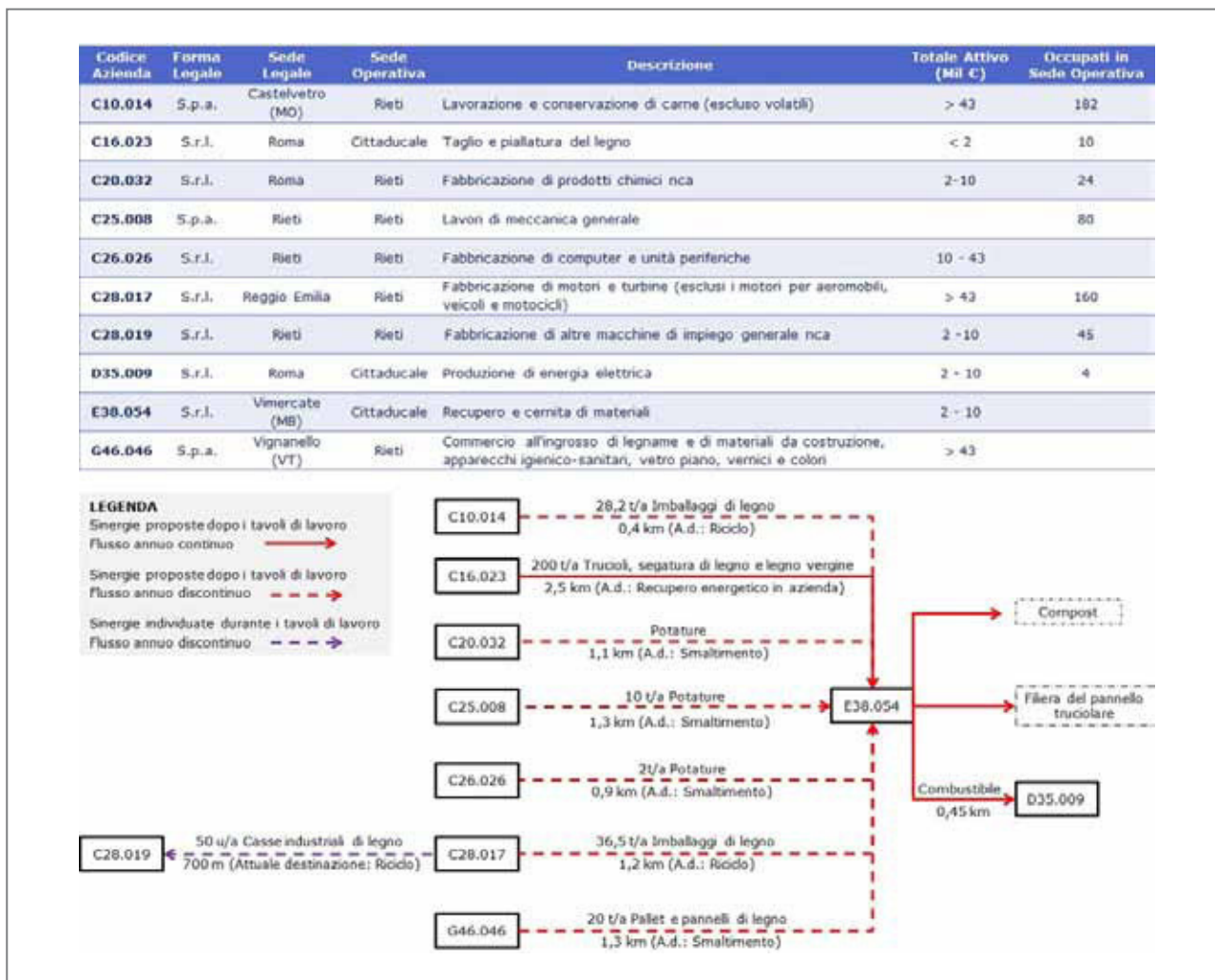


Fig. 1 Il possibile scenario di un ecosistema industriale nell'ASI di Rieti-Cittaducale
Fonte: [6]

e/o sottoprodotti, attraverso anche le possibilità sinergiche offerte dalla prossimità geografica [4] [5].

La simbiosi industriale come strumento per realizzare un'economia circolare: caso pilota di simbiosi industriale nell'Area di Sviluppo Industriale di Rieti-Cittaducale

Nel 2013 l'Università della Tuscia e l'ENEA hanno cofinanziato una borsa di dottorato di ricerca in Eco-

nomia e Territorio per analizzare e valutare gli effetti economici ed ambientali di possibili percorsi di simbiosi industriale in una determinata area industriale della regione Lazio [6]. Il progetto di ricerca, infatti, si proponeva di adattare su scala locale il *modello a rete* ENEA di simbiosi industriale che sino ad allora era stato applicato su scala regionale. Dopo un'analisi preliminare dei sistemi produttivi locali laziali, la scelta è ricaduta sull'Area di Sviluppo Indu-

striale (ASI) di Rieti-Cittaducale, area gestita dal Consorzio dello Sviluppo Industriale della Provincia di Rieti. È importante evidenziare che, per tutta la durata del progetto di ricerca, è stato favorito un processo di sensibilizzazione e di partecipazione attiva dei diversi *stakeholder* allo scopo di individuare scelte condivise in tema di simbiosi fra i soggetti operanti nell'area. In tale ambito, sono stati organizzati diversi incontri con il Presidente del Consorzio che hanno

portato, nel novembre del 2014, a un accordo formale di collaborazione fra Consorzio, Università della Tuscia ed ENEA per individuare possibili percorsi di simbiosi industriale. È interessante notare che al 2015, nell'ASI di Rieti-Cittaducale erano presenti 266 aziende attive, la maggior parte delle quali:

- avevano sede legale nel Lazio (84%);
- operavano nel settore manifatturiero (42%) o nel commercio all'ingrosso e al dettaglio (31%);
- erano società di capitali (73%), in particolare Srl (55%);
- erano piccole e micro imprese (53%);
- producevano prodotti in metallo (30%), prodotti e apparecchiature elettriche ed elettroniche (17%), prodotti in legno (9%).

L'identificazione dei percorsi simbiotici si è basata principalmente sull'individuazione di soluzioni *win-win* sia in termini economici (attraverso un'analisi costi-benefici basata sulla redditività) che ambientali (attraverso la gerarchia europea dei rifiuti fondata su un ordine di priorità che costituisce la migliore opzione ambientale nella normativa e politica dei rifiuti).

A tal fine sono stati organizzati, presso la sede del Consorzio di Rieti, due tavoli di lavoro nel 2015 in cui hanno partecipato 27 imprese di differenti settori (elettronica, farmaceutica, meccanica, alimentare,...) con 29 delegati che hanno messo in condivisione 146 risorse di cui 39 in input e 107 in output (es. imballaggi, biomasse, acqua, energia, spazi produttivi,...). Dopo un approfondito confronto sono stati individuati 110 *match* tra domanda e offerta di risorse: 82 riguardanti le risorse materiali,

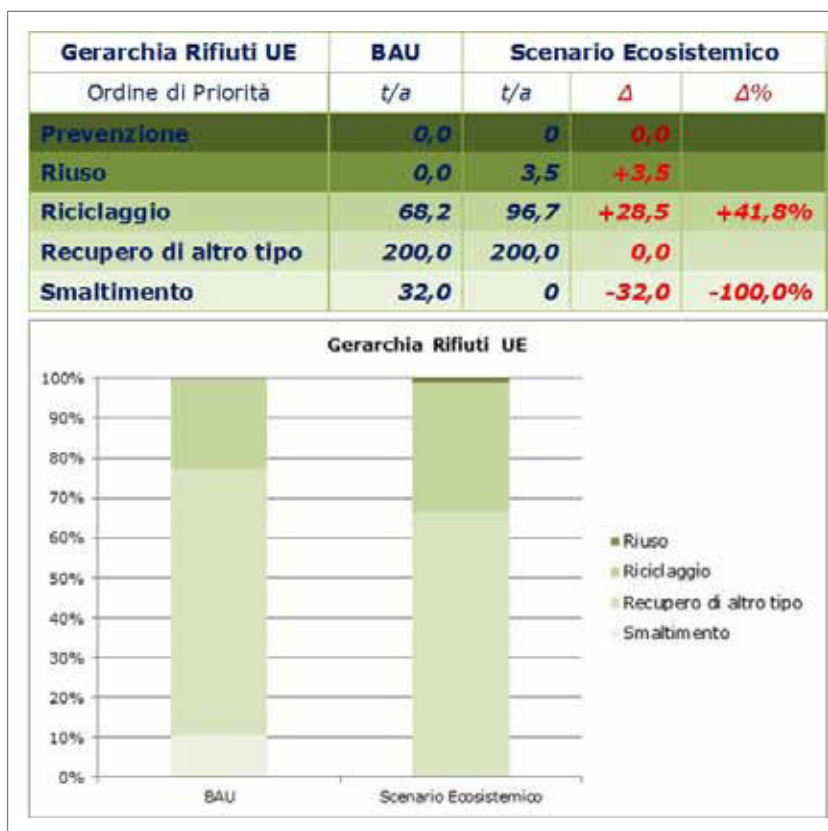


Fig. 2 Impatto ambientale dello scenario di ecosistema industriale in base alla gerarchia europea dei rifiuti
Fonte: [6]

19 le risorse energetiche e 9 i servizi. A seguito dell'elaborazione dei dati disponibili, sono stati identificati cinque possibili percorsi di simbiosi industriale, aventi un valore complessivo di mercato di almeno 180 mila euro (Tabella 1).

Quattro di questi scenari simbiotici prevedevano sinergie per il riutilizzo di imballaggi di legno (casce industriali), imballaggi di cartone, pallet EPAL e di altre dimensioni. Un quinto scenario, invece, riguardava il miglioramento della gestione delle biomasse legnose nella zona industriale finalizzata al riciclo.

Dall'integrazione del percorso relativo alle casce industriali di legno con quello sull'efficiamento delle

biomasse legnose è stato possibile elaborare un sesto scenario che raffigura un primo passo verso la realizzazione di un ecosistema industriale nell'ASI (Figura 1).

Questa integrazione è resa possibile dalla circostanza che l'impresa C28.017, partecipa ad entrambe i percorsi. Sulla base della gerarchia europea dei rifiuti, si è ipotizzato che questa azienda ceda 3,5 t di imballaggi di legno, pari a 50 casce di legno, all'impresa C28.019 per il riutilizzo e i restanti 36,5 t di imballaggi alla E38.054 per il riciclo.

A livello economico, nello scenario ecosistemico, le 10 aziende coinvolte avrebbero minori costi e maggiori ricavi per un importo complessivo di

almeno 25.400 euro circa.

La sinergia relativa al **primo percorso** implica che l'impresa input, la C28.019, riutilizzi le 50 casse di legno cedute dall'azienda output, la C28.017 (lato sinistro Figura 1). Questa sinergia consentirebbe di realizzare, complessivamente, economie per circa 15.600 euro (minori costi e/o maggiori ricavi per entrambe le imprese). Si rileva che nell'ipotesi in cui l'azienda output ceda gratuitamente le casse di legno all'impresa input, quest'ultima otterrebbe un miglioramento del risultato operativo dell'11% e del suo utile ante imposte del 54% per effetto dei minori costi di produzione.

Il **secondo percorso** relativo ad una gestione più efficiente delle biomasse legnose all'interno dell'area industriale vede coinvolte 9 imprese (lato destro Figura 1). Questo percorso prevede che 7 imprese in output cedano le loro biomasse ad una impresa, la E38.054, che le ricicla, all'interno della filiera del pannello truciolare, nella produzione di compost o di combustibile. Questo potrebbe essere ceduto ad un'altra impresa dell'ASI, la D35.009, per la produzione di energia. La realizzazione di tale percorso consentirebbe

alle 9 imprese coinvolte di realizzare maggiori ricavi o minori costi pari ad almeno 9.800 euro circa.

A livello ambientale, nello scenario ecosistemico si potrebbe ottenere un miglioramento della gestione dei rifiuti in sintonia con i principi e gli obiettivi dell'economia circolare (Figura 2). Ciò per effetto di:

- una diminuzione di 32 t di rifiuti biodegradabili e da costruzione smaltiti in discarica poiché riciclati;
- un allungamento del ciclo di vita di circa 50 casse industriali di legno, pari a 3,5 t, poiché non riciclate ma riutilizzate.

Conclusioni

In conclusione, si evidenzia che l'implementazione dei percorsi di simbiosi industriale, oltre a produrre interessanti effetti economici ed ambientali nell'ASI, possono produrre risvolti non trascurabili anche sotto l'aspetto sociale ed occupazionale. Così, ad esempio, l'impatto positivo della sinergia delle casse di legno sui conti dell'azienda input potrebbe essere quantificato in quasi la metà del costo annuale di un

operaio del settore manifatturiero (stimato attorno a 34.100 euro) oppure potrebbe coprire quasi tutto il cuneo fiscale, a carico dell'impresa e del lavoratore (pari a circa 16.900 euro).

È interessante rilevare che nell'area industriale sono presenti altre 5 imprese che svolgono attività simili a quella dell'impresa input e che, in base ai loro fabbisogni di casse di legno, potrebbero inserirsi nell'ecosistema industriale dell'ASI. Se ciò avvenisse, si stima che l'incremento della domanda aggregata potrebbe essere completamente soddisfatta attraverso l'attivazione di altre 5 sinergie tra queste nuove aziende in input e l'impresa output. In tale circostanza, il beneficio complessivo del percorso di simbiosi delle casse di legno potrebbe aumentare fino a 90.000 euro, cioè fino ad un importo pressoché uguale al costo medio annuo di tre operai del settore manifatturiero. Il coinvolgimento di queste nuove imprese permetterebbe, inoltre, di riutilizzare fino a 21 t di imballaggi di legno, con ulteriori benefici ambientali.

*Per saperne di più:
grazia.barberio@enea.it*

BIBLIOGRAFIA

1. UNEP (2011), Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. http://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/decoupling_report_english.pdf
2. Ellen MacArthur Foundation (2017), www.ellenmacarthurfoundation.org. Ultimo accesso novembre 2017
3. Boulding K. E. (1966), "The economics of the coming Spaceship Earth", in Jarrett H. (a cura di), *Environmental quality in a growing economy*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, pp. 3-14
4. Frosch R. A., Gallopoulos N. E. (1989), "Strategies for manufacturing", *Scientific American*, 261(3), 144-152
5. Chertow, M. R. (2000), "Industrial symbiosis: literature and taxonomy", *Annual review of energy and the environment*, 25(1), 313-337
6. La Monica M. (2016), "Circular economy and industrial symbiosis. Possible Pathways in the Industrial Area of Rieti-Cittaducale", Dissertation thesis, Dottorato di ricerca in Economia e Territorio, XXVIII Ciclo, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo