

# Ruolo della Simbiosi industriale per la *green economy*

## Uno strumento innovativo per la chiusura dei cicli delle risorse

Per simbiosi industriale si intende lo scambio di risorse tra due o più industrie dissimili, intendendo con “risorse” non solo i materiali (sottoprodotti o rifiuti), ma anche cascami energetici, servizi, expertise

■ Laura Cutaia e Roberto Morabito

### Introduzione

Secondo l'UNEP [1] la *green economy* realizza “il miglioramento del benessere e dell'equità sociale, riducendo significativamente i rischi ambientali e le scarsità ecologiche”. Secondo questa definizione, quindi, la *green economy* è un “nuovo” modello economico a basso tenore di carbonio, efficiente nell'uso delle risorse e socialmente inclusivo. Di conseguenza, la *green economy* supera l'approccio che la relegava a quella parte dell'economia applicata sostanzialmente ai soli settori delle energie rinnovabili e della protezione dell'ambiente e trova applicazione in tutti i settori produttivi di beni e servizi investendo le *governance* locali e globali nel loro complesso. In particolare, la *green economy* deve essere efficiente nell'approvvigionamento e uso sostenibile delle risorse. Questo principio è stato peraltro evidenziato, anche dal punto di vista strategico, a livello europeo con una serie di iniziative tra cui, ad es., l'iniziativa “*A resource-efficient Europe – Flagship initiative of the Europe 2020 Strategy*” [2] e la “*Raw Materials Initiative*” [3]. Uno dei principali concetti alla base della *green economy* diventa quindi la chiusura dei cicli delle risorse. In questo quadro, il

presente lavoro illustra come la simbiosi industriale (attraverso le sue implementazioni sul territorio) possa fornire una valida strategia per la chiusura dei cicli delle risorse e diventare quindi come uno dei principali e più innovativi strumenti da utilizzare sul percorso della *green economy*.

### I concetti chiave

Nel 1992 Frosch [4], nell'ambito di un Colloquium paper, introduce il concetto di analogia tra ecosistemi naturali ed ecosistemi industriali, ossia di “**ecologia industriale**”. Secondo Frosch, per analogia con gli ecosistemi naturali, un sistema eco-industriale, oltre a ridurre la produzione di rifiuti nei processi, dovrebbe massimizzare l'impiego efficiente dei materiali di scarto e dei prodotti a fine vita, come input per altri processi produttivi. Tale sistema può essere innescato solo se si ha l'interazione di numerosi attori che concorrono a risolvere un numero congruo di potenziali problemi. Nell'ambito delle azioni che possono essere realizzate per andare verso un sistema eco-industriale, Frosch include, tra le altre, la progettazione dei prodotti finalizzata al riciclo/riuso a fine vita, l'internalizzazione dei costi di smaltimento dei rifiuti per prodotti e processi, la responsabilità del produttore. Negli stessi anni, Ayres (1989) [5] elabora la metafora della biosfera/tecnosfera al fine di spiegare ed

■ Laura Cutaia e Roberto Morabito  
ENEA, Unità Tecnica Tecnologie Ambientali

illustrare i concetti di ecologia e metabolismo industriale (Tabella 1). L'analogia si basa sulle seguenti considerazioni: nella biosfera, l'evoluzione ha portato ad un uso efficiente dei materiali e dell'energia; nella tecnosfera, si assiste allo sfruttamento delle risorse ed al rilascio nell'ambiente di sottoprodotti inutilizzati (emissioni in aria, acqua, suolo); imparando dalla biosfera, la tecnosfera può progettare e gestire i propri processi cercando di migliorare la propria efficienza e limitando, il più possibile, il rilascio di sottoprodotti inutilizzati nell'ambiente.

Attraverso l'analogia con gli ecosistemi naturali, che si distinguono per il loro carattere ciclico, si introducono i concetti di metabolismo industriale e di simbiosi industriale. Secondo Hawken [6] l'ecologia industriale fornisce per la prima volta uno strumento di gestione integrata, su larga scala, che progetta le infrastrutture industriali "come se fossero una serie di ecosistemi industriali interconnessi ed interfacciati con l'ecosistema globale". Per la prima volta l'industria sta andando oltre la metodologia del ciclo di vita e sta applicando il concetto di ecosistema al complesso delle attività industriali, collegando il metabolismo (industriale) di un'industria con quello di un'altra. Secondo Ayres [7] si intende con "**metabolismo industriale**" la catena dei processi fisici che trasformano le materie prime e l'energia, oltre

al lavoro, in prodotti e rifiuti. Uno degli obiettivi della disciplina del metabolismo industriale è quello di studiare il flusso dei materiali attraverso la società al fine di comprendere meglio le fonti, le cause e gli effetti delle emissioni [8]. Secondo Chertow [9], la "**simbiosi industriale**" coinvolge industrie tradizionalmente separate con un approccio integrato finalizzato a promuovere vantaggi competitivi attraverso lo scambio di materia, energia, acqua e/o sottoprodotti. Tra gli aspetti chiave che consentono il realizzarsi della simbiosi industriale ci sono la collaborazione tra imprese e le opportunità di sinergia disponibili in un opportuno intorno geografico ed economico.

Già Renner nel 1947 [10] aveva introdotto il concetto di simbiosi industriale: "Ci sono rapporti tra le industrie, a volte semplici, ma spesso molto complessi, che entrano in gioco e complicano l'analisi. Tra questi uno dei principali è il fenomeno della simbiosi industriale. Con questo si intende l'insieme degli scambi di risorse tra due o più industrie dissimili". La simbiosi industriale offre, quindi, uno strumento per la chiusura dei cicli delle risorse, proponendo la relazione, e quindi lo scambio di risorse, tra "dissimili".

Dal punto di vista organizzativo, la simbiosi industriale si può realizzare secondo diversi modelli: le esperienze di sviluppo di distretti di simbiosi industriale, tipo Kalundborg; i parchi eco-industriali; le reti per la simbiosi industriale.

È opportuno evidenziare che mentre nei primi due casi i meccanismi di simbiosi industriale che si realizzano sono suscettibili di minori variazioni, il terzo tipo di approccio è molto meno vincolato e consente di realizzare interventi di simbiosi industriale variabili nel tempo e nello spazio.

Al primo gruppo appartengono esperienze di sviluppo tipo quelle di Kalundborg, illustrata nel seguito, cioè fenomeni di sviluppo di meccanismi di simbiosi industriale in ambiti territoriali più o meno estesi, tra più realtà che nel tempo realizzano specifici interventi per la chiusura e l'ottimizzazione dei cicli. Si tratta cioè di un approccio bottom-up: il sistema di relazioni tra imprese nasce indipendentemente da una specifica programmazione, ma sulla base di specifici

Biosfera	Tecnosfera
Ambiente	Mercato
Organismo	Azienda
Prodotto naturale	Prodotto industriale
Selezione naturale	Competizione
Ecosistema	Parco eco-industriale
Nicchia ecologica	Nicchia di mercato
Anabolismo/Catabolismo	Produzione/Gestione dei rifiuti
Mutazione e selezione	Eco-progettazione
Successione ecologica	Crescita economica
Adattamento	Innovazione
Catena alimentare	Ciclo di vita del prodotto

**TABELLA 1** La metafora di Ayres per illustrare la disciplina dell'ecologia industriale  
Fonte: Ayres R.U., 1989

accordi tra due interlocutori che si accordano per realizzare scambi di materia, energia o servizi.

Al secondo gruppo, i Parchi Eco-Industriali, appartengono iniziative di stampo statunitense, realizzate inizialmente, e principalmente, negli Stati Uniti/Canada ed in Asia. Si tratta in questo caso di un approccio *top-down*, dove il parco eco-industriale è programmato, progettato e gestito sulla base dei principi dell'ecologia e della simbiosi industriale.

L'esperienza italiana delle aree industriali ecologicamente attrezzate (AEA), introdotte nell'ordinamento nazionale dall'art. 26 del DLgs 112/1998 che le definisce come aree industriali "dotate delle infrastrutture e dei sistemi necessari a garantire la tutela della salute, della sicurezza e dell'ambiente", costituisce un modello che si avvicina all'esperienza dei Parchi Eco-industriali. In tali aree la stessa norma impone la presenza di una gestione unitaria e stabilisce che "gli impianti produttivi localizzati nelle aree ecologicamente attrezzate sono esonerati dall'acquisizione delle autorizzazioni concernenti la utilizzazione dei servizi ivi presenti". Tuttavia, si può notare che nel caso delle AEA l'obiettivo è principalmente quello di gestire in maniera unica ed integrata i servizi ambientali connessi con le attività industriali, anche al fine di semplificare gli adempimenti amministrativi per la gestione degli aspetti ambientali, piuttosto che la vera e propria chiusura dei cicli delle risorse.

Le reti per la simbiosi industriale, invece, sono strumenti di tipo conoscitivo/relazionale finalizzati a consentire l'incontro tra domanda ed offerta di risorse (nel senso lato inteso dalla simbiosi industriale) tra interlocutori che per attività economica e sociale non hanno altrimenti occasione di incontro. Nell'ambito di questo ultimo approccio rientrano gli esempi (dettagliati nel seguito) del NISP della Gran Bretagna e del progetto che l'ENEA, Unità Tecnica Tecnologie Ambientali, sta attualmente conducendo per la realizzazione una Piattaforma di Simbiosi Industriale nella Regione Sicilia, all'interno di un più ampio progetto sull'eco-innovazione della stessa Regione [11] che ha durata triennale ed ha avuto avvio nel mese di maggio 2011. Ulteriori dettagli sul Progetto "Ecoinnovazione Sicilia" sono forniti nell'articolo relativo pubblicato all'interno di questo Speciale.

## La simbiosi industriale "dal basso": il caso "scuola" di Kalundborg

Kalundborg è una cittadina di circa 20.000 abitanti, sita 100 chilometri ad ovest di Copenhagen (DK), dove a partire dagli anni '60 si è andata via via sviluppando una complessa rete di scambi di materiali ed energia che coinvolgono un certo numero di soggetti presenti entro i confini comunali di Kalundborg. Di fatto quello che si è andato generando è un sistema industriale, o addirittura territoriale, che opera secondo i principi della simbiosi industriale: è stata implementata una rete di scambi di materie seconde, scarti di produzione e forme residue di energia che incrementano l'efficienza dei singoli processi produttivi e che riducono fortemente l'impatto ambientale e anche i costi di produzione. Le entità sono collegate tutte nello stesso ambito territoriale grazie a legami fisici con l'obiettivo di riciclare e riutilizzare materiali di scarto/cascami di alcuni processi produttivi. Tali enti fanno confluire in uno stesso sistema di condutture le acque reflue, condividono le risorse termiche ed energetiche e promuovono la configurazione ecologica dell'ecosistema industriale di cui fanno parte. Il caso di Kalundborg è emblematico perché non nasce da una programmazione urbanistica ed industriale ma, invece, si è andato sviluppando nel corso degli anni in maniera si potrebbe dire fisiologica a partire dall'iniziativa dei singoli che hanno saputo intuire i vantaggi anche economici derivanti dal sistema di sinergie messe in atto: i meccanismi di simbiosi industriale realizzati a Kalundborg consentono, infatti, di ridurre i costi di produzione attraverso l'accesso a risorse secondarie di costo inferiore ed allo smaltimento remunerativo degli scarti di processo. Le relazioni di simbiosi operanti a Kalundborg si sono sviluppate progressivamente a partire dal 1961 ai giorni nostri, fino a creare una rete molto complessa tra la municipalità e le imprese insediate nel territorio.

I vantaggi apportati dalla realizzazione di un ecosistema industriale come quello implementato a Kalundborg sono: il riciclaggio dei sottoprodotti; la riduzione nel consumo delle risorse, come acqua, carbone, petrolio, gesso, fertilizzanti ecc; la riduzione della pressione ambientale, in termini di riduzione di emis-



sioni in acqua, atmosfera, produzione di rifiuti e conseguente smaltimento; un miglioramento nell'utilizzo di risorse energetiche, con l'uso di rifiuti gassosi nella produzione di energia.

### Il modello a rete per la realizzazione della simbiosi industriale: il NISP dell'UK

Attualmente sono diverse le iniziative a livello mondiale per la realizzazione, la promozione e la diffusione di sistemi di simbiosi industriale (e territoriale), così come molte sono le iniziative, a livello anche di programmazione nazionale, basate sui paradigmi dell'ecologia industriale. Tra i vari esempi esistenti, è opportuno sottolineare l'iniziativa della Gran Bretagna che ha avviato, nel 2005, il Programma Nazionale di Simbiosi Industriale (*NISP - National Industrial Symbiosis Programme*). Si tratta della prima iniziativa di simbiosi industriale proposta su scala nazionale (anche se poi operativamente lavora su scala regionale). Il NISP si realizza attraverso una rete di associati che, per il tramite dei nodi centrali del NISP, trovano le opportunità tecnologiche e commerciali per scambiare risorse, materiali, energia, acqua, logistica ed expertise. La rete del NISP è dotata di 12 gruppi di lavoro regionali che coprono tutto il territorio dell'UK. Il programma è stato lanciato nel 2005 presso la Camera dei Comuni. Attualmente, l'attività del NISP si realizza attraverso la risoluzione di specifici casi, cioè secondo l'approccio "*working with the willing*", anche se, in prospettiva, si intende passare

ad un approccio propositivo in cui il gestore identifica possibili sinergie tra diversi interlocutori e propone, come terza parte, percorsi di simbiosi. Il quadro seguente riassume i principali risultati raggiunti dal NISP dal momento del suo avvio al marzo 2010.

### Le attività ENEA per la realizzazione della Piattaforma di Simbiosi Industriale in Sicilia

Secondo una definizione recentemente proposta da Lombardi&Layburn [12] la simbiosi industriale coinvolge industrie tradizionalmente separate e altre organizzazioni in una rete per promuovere strategie innovative per un uso più sostenibile delle risorse (compresi i materiali, energia, acqua, risorse, competenze, logistica ecc.). Secondo questo approccio, quindi, la realizzazione della simbiosi industriale passa attraverso la interconnessione tra interlocutori tradizionalmente separati (rete), attraverso la conoscenza delle opportunità presenti (banche dati), anche sulla base delle esigenze e delle caratteristiche specifiche di ciascun utente (banche dati cooperative), ed attraverso la disponibilità di competenze esperte in grado di cogliere e proporre soluzioni di simbiosi industriale (*expertise*). Tale approccio è stato alla base della proposta per la realizzazione del progetto di una Piattaforma di Simbiosi Industriale in Sicilia, nell'ambito del citato progetto Eco-Innovazione Sicilia coordinato dall'Unità Tecnica Tecnologie Ambientali (UTTAMB) di ENEA [11,13].



	u.m.	benefici annuali	benefici complessivi
Risparmi sui costi di impresa	M £	148	780
Ricavi aggiuntivi per vendita di sottoprodotti	M £	163	880
Discarica evitata	Mt	6,7	35
Riduzione della CO <sub>2</sub>	Mt	6	30
Materie prime risparmiate	Mt	9,4	48,5
Rifiuti pericolosi eliminati	Mt	0,371	1,8
Risparmi di acqua	Mt	10,5	47,8
Posti di lavoro aggiuntivi	n.	2417	8770

**TABELLA 2** Risultati raggiunti dal NISP dal suo avvio fino a marzo 2010  
Fonte: <http://www.nisp.org.uk/default.aspx>



Dal punto di vista funzionale, la Piattaforma di simbiosi industriale si articola in una struttura gestionale tecnica di esperti, una banca dati georeferenziata, una interfaccia con gli utenti fornita anche tramite un Portale web cooperativo dinamico dedicato ([www.industrialsymbiosis.it](http://www.industrialsymbiosis.it)). La Piattaforma vuole offrire strumenti informativi e di analisi in grado di supportare le imprese nelle scelte tecnologiche, strategiche ed ambientali per il miglioramento e l'ottimizzazione nell'utilizzo delle risorse (simbiosi industriale) ma anche offrire supporto alle imprese con altri strumenti (applicativi) tra cui: innovazione dei processi tecnologici (BAT/BRef, ...), eco-innovazione dei prodotti (LCA ed *Ecodesign*), supporto amministrativo e normativo sulle tematiche ambientali.

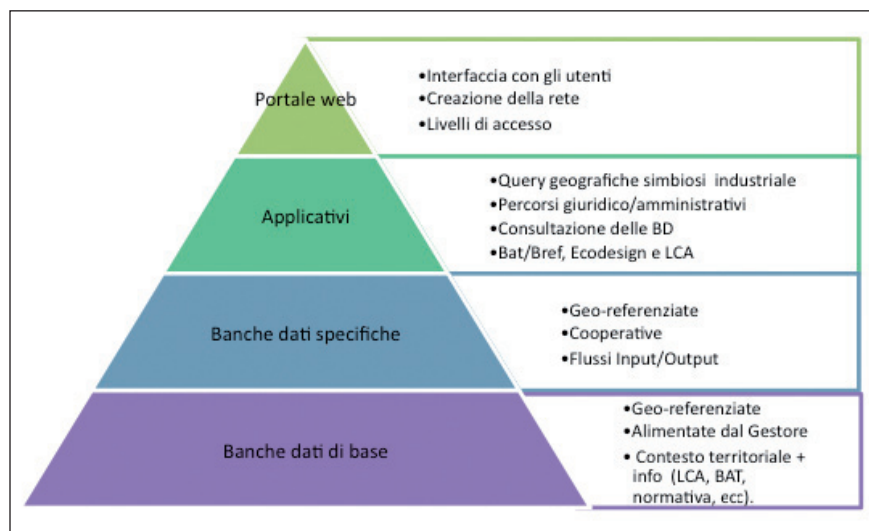
La Piattaforma – ed in particolare le BD in essa contenute – è uno strumento dinamico (ossia aggiornato periodicamente dal gestore) e cooperativo (ossia, alimentato anche con le informazioni specifiche fornite dagli utenti che, per utilizzarne i servizi, si associano). Il funzionamento della Piattaforma richiede la collaborazione tra gli utenti (le aziende, gli enti locali) e gli esperti che la gestiscono ed implementano il Portale. Il funzionamento della Piattaforma si basa sulla gerarchia descritta nella figura 1 ove la base è costituita dalle banche dati, anche georeferenziate, che descrivono il contesto territoriale di riferimento (base geo-

grafica, strutture, infrastrutture, siti industriali ecc.) e strati informativi di servizio alle imprese (BAT, LCA, BD Normativa ecc). Tale strato è costruito ed aggiornato dal gestore della Piattaforma e, in prospettiva, anche dagli utenti. Al livello superiore si trova il “cuore” della Piattaforma, ossia gli strati informativi che devono essere alimentati ed aggiornati in maniera cooperativa dagli utenti (singole aziende) ai quali viene richiesto di fornire le informazioni sugli *input* utilizzati (materie prime, energia ecc.) e sugli *output* prodotti (prodotti, sottoprodotti, rifiuti ecc.).

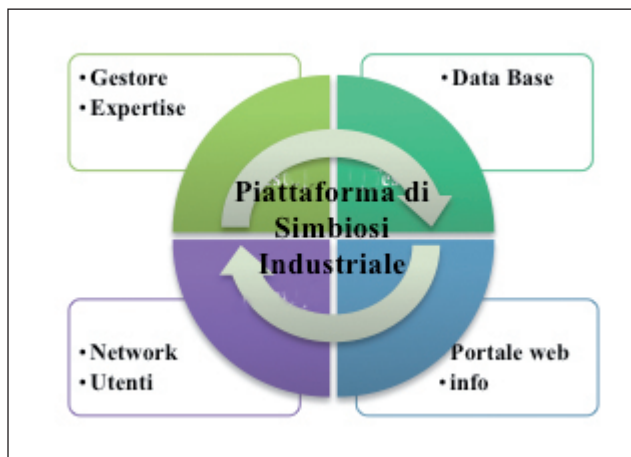
A titolo esemplificativo, nel caso degli insediamenti industriali il Gestore della Piattaforma fornisce su supporto GIS, le informazioni relative agli insediamenti industriali reperibili da fonti ufficiali dati; gli utenti, su base cooperativa ed associativa, forniscono le informazioni specifiche, quali ad esempio le materie prime approvvigionate, le fonti energetiche, i prodotti ed i sottoprodotti/rifiuti in uscita dal ciclo produttivo, i sistemi di processo utilizzati.

L'insieme di queste informazioni, all'interno di un sistema di rete che la Piattaforma sta avviando, consente di individuare percorsi di simbiosi, ossia di far incontrare offerta e domanda di risorse, altrimenti destinate a non essere valorizzate.

A partire dalle banche dati, quindi, si rendono disponibili diversi applicativi che derivano anche dalla possi-



**FIGURA 1** Gerarchia di funzionamento della Piattaforma di simbiosi industriale  
Fonte: ENEA



**FIGURA 2** Relazioni tra attori e strumenti della Piattaforma  
Fonte: ENEA

bilità di elaborare ed intrecciare tra loro informazioni geografiche, industriali e tecnologiche.

Il meccanismo di funzionamento della Piattaforma è articolato attraverso la presenza di diversi attori: il gestore della Piattaforma; la rete degli interlocutori; e, tra questi ultimi, gli utenti. I ruoli e le competenze di ciascuno dei citati attori sono diversi e complementari ed in particolare: il gestore della Piattaforma coordina, gestisce, standardizza la raccolta dati, promuove ed informa i potenziali utenti circa i servizi offerti; propone



soluzioni di simbiosi industriale sfruttando, oltre alle *expertise* specifiche, il potenziale informativo e di rete residente sulla Piattaforma; la rete degli interlocutori è attivata e promossa dal gestore ed è essenziale che questa sia ampia e diffusa affinché si possano attivare nel tempo sinergie tra “diversi” per la realizzazione di specifici percorsi di simbiosi industriale; gli utenti sono interlocutori che associandosi alla Piattaforma, da una parte accedono ad una serie di servizi forniti anche attraverso gli applicativi, dall'altra forniscono le loro specifiche informazioni rilevanti per i servizi offerti dalla Piattaforma (*input* ed *output* di risorse) contribuendo così a rafforzare ed ampliare la rete. La figura 2 riassume le relazioni esistenti tra gli attori e gli strumenti della Piattaforma.

Le attività portate avanti attraverso la Piattaforma di simbiosi industriale, sia nella sua implementazione nella Regione Sicilia, sia per altre implementazioni in altre realtà territoriali ed industriali, sono identificate attraverso il logo seguente che ENEA ha registrato a tale scopo.

### Bibliografia

- [1] UNEP, 2011, *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*, [www.unep.org/greeneconomy](http://www.unep.org/greeneconomy)
- [2] <http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/>
- [3] [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/resource-efficiency-recycling/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/resource-efficiency-recycling/index_en.htm)
- [4] Frosch R.A. (1992), *Industrial ecology: a philosophical introduction*, Proc. National Academy of Sciences USA, Vol. 89, pp. 800-803.
- [5] Ayres Robert. U. (1989), *Industrial Metabolism*, in *Technology and Environment*, pag. 23-49, Washington D.C., National Academy Press.
- [6] Hawken Paul (1993), *The Ecology of Commerce*, New York: Harper Business.
- [7] Ayres, R.U. (1994), *Industrial metabolism: Theory and policy*. In: Ayres, R.U., Simonis, U.K. (Eds.), *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*. United Nations University Press, Tokyo, pp. 3-20.
- [8] S. Anderberg (1998), *Industrial metabolism and linkages between economics, ethics, and the environment*, *Ecological Economics*, 24, pp 311-320.
- [9] M.R. Chertow (2000), *Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy*. *Annual Review of Energy and Environment*, 25: 313-337.
- [10] Renner, G.T. (1989), *Geography of Industrial Localization*, *Economic Geography* 23, no. 3: 167-189, 1947.
- [11] ENEA (2011), Progetto “Supporto allo sviluppo produttivo nel Sud: interventi pilota per la sostenibilità e competitività del turismo e delle aree industriali”, su fondi MIUR.
- [12] Lombardi&Layburn (2011), NISP - ([http://www.nisp.org.uk/what\\_is.aspx](http://www.nisp.org.uk/what_is.aspx)).
- [13] Cutaia L., Barberio G., Li Rosi O., Mancuso E. (2011), *Verso una piattaforma di simbiosi industriale: l'attività in corso nell'ambito del progetto Eco-innovazione Sicilia*, Ecomondo 2011, Rimini.