



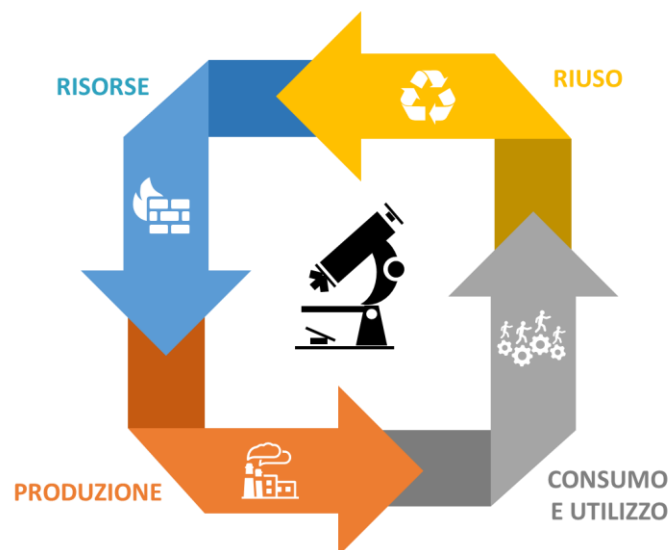
Workshop IRSA

14 Aprile 2021

9:00 – 17:00

Economia Circolare: Ricerca e Innovazione

Abstract book



Iniziative e strategie nazionali ed internazionali di economia circolare

Grazia Barberio

Dipartimento sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali (SSPT) dell'Agencia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA) - C.R. Casaccia.

grazia.barberio@enea.it

A più di 5 anni dall'adozione del primo Piano di Azione per l'Economia Circolare (PAEC) e ad 1 anno dal secondo PAEC 2.0 [1,2] e, soprattutto, in un periodo che appare cruciale per il rilancio delle politiche europee in tema di sostenibilità, è possibile affermare che l'attuazione delle azioni intraprese ha accelerato concretamente la transizione verso un'economia circolare (EC) in Europa e che tale transizione ha contribuito ad apportare benefici ambientali, economici e sociali.

Tuttavia, la necessità di ulteriori significative azioni in grado accelerare il profondo cambiamento richiesto per la transizione appare evidente.

La relazione che si presenta vuole fornire indicazioni sullo "stato dell'arte" in tema di EC, attraverso una sintesi delle più recenti e significative strategie a livello europeo e, soprattutto, nazionale. Particolare dettaglio verrà fornito alle iniziative (EU e IT) cercando di far emergere le necessità di connessione con altri modelli economici (blue growth, bioeconomia, cambiamenti climatici, tutela del capitale naturale) e, entro i modelli circolari, anche tra le diverse azioni previste per gli ambiti di: chiusura dei cicli, ecoprogettazione, valorizzazione delle filiere, modelli di consumo, economia collaborativa e, trasversalmente a tutto, le azioni di misurazione e monitoraggio della circolarità e quelle di formazione/informazione.

A seguire ci sarà l'indicazione delle principali criticità e punti di forza del sistema italiano e le modalità che, con approccio sinergico e collaborativo, possano permettere di perseguire ambiziosi obiettivi di accelerare la transizione utilizzando il modello dell'economia circolare per la ripresa post COVID-19.

[1]. COM(2015) 614 final. "L'anello mancante - Piano d'azione dell'Unione europea per l'economia circolare"

[2]. COM/2020/98 final. "A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe"

Sfide e missioni nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza in ottica di Economia Circolare

Giuseppe Mininni

Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA) – Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

mininni@irsa.cnr.it

L'economia circolare (EC) si contrappone a quella lineare (EL) basata sull'utilizzo di risorse naturali per produrre beni, che a fine vita sono destinati a smaltimento, e fornire di servizi il cui uso comporta emissioni di gas climalteranti. Il presupposto errato della EL è che le risorse naturali siano disponibili, abbondanti, facili da reperire e che i prodotti a fine vita siano smaltibili a costi contenuti. Fino a pochi decenni fa, si riteneva che le emissioni gassose da controllare fossero solo quelle di pregiudizio per la salute umana. Solo a partire dagli anni '90 dello scorso secolo il riscaldamento globale ha posto con drammatica evidenza il problema delle emissioni dei gas climalteranti e quindi la necessità di ridurre considerevolmente l'uso di combustibili fossili sostituendoli con sorgenti rinnovabili. I risultati fino ad oggi raggiunti sono stati piuttosto deludenti e anzi in molte aree del pianeta si registra un incremento delle emissioni di gas a effetto serra rispetto al 1990. Gli obiettivi posti dalla Unione Europea sono di ridurre le emissioni climalteranti del 55% al 2030 e del 100% al 2050 rispetto a quelle del 1990. In pratica nel 2050 si dovrebbe raggiungere la neutralità: le emissioni prodotte dovrebbero esser totalmente compensate da quelle assorbite.

La Ellen MacArthur Foundation definisce l'EC come "riparatrice" dove tutte le attività che governano la vita e gli scambi a livello globale hanno l'obiettivo di conservare il più a lungo possibile un ruolo utile a prodotti, componenti e materiali che possono mantenere il loro valore evitando lo sfruttamento di risorse.

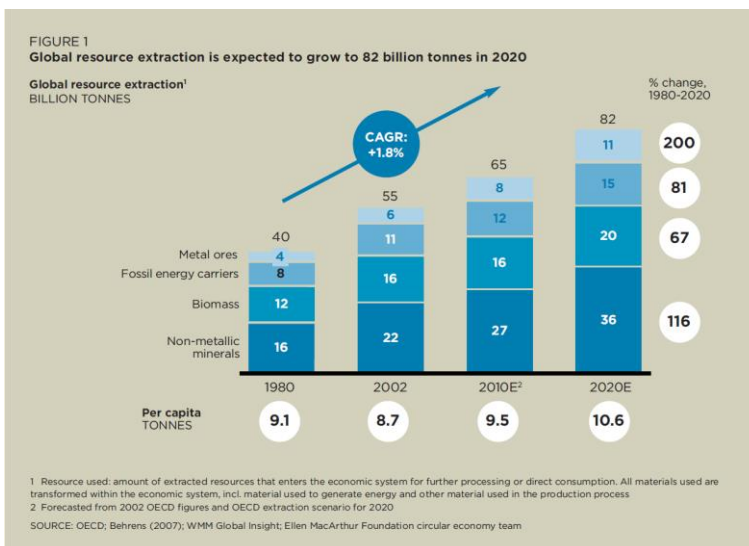


Fig. 1 Incremento dello sfruttamento di risorse negli ultimi 40 anni

Fig. 2 Rappresentazione dei concetti di economia circolare

In questo quadro generale si colloca lo sforzo di riforme e delle connesse nuove politiche dell'Unione Europea relative al NextGenerationEU che nel nostro Paese saranno attuate con il Piano Nazionale di Riprese e Resilienza (PNRR).

NextGenerationEU è uno strumento temporaneo da 750 miliardi di euro, che è destinato a riparare i danni economici e sociali immediati causati dalla pandemia di coronavirus per creare un'Europa post COVID-19 più verde, digitale, resiliente e adeguata alle sfide imminenti. Fulcro di questo strumento è il dispositivo per la ripresa e la resilienza da 672,5 miliardi di €, di cui 360 miliardi di € di prestiti e 312,5 miliardi di € di sovvenzioni.

Il PNRR nazionale è articolato in sfide e missioni.

Le sfide sono di migliorare la resilienza e la capacità di ripresa dell'Italia, di ridurre l'impatto sociale ed economico della crisi pandemica, di sostenere la transizione verde e quella digitale e di innalzare il potenziale di crescita dell'economia e la creazione di occupazione.

Le missioni sono:

- 1) Digitalizzazione, innovazione e competitività del sistema produttivo;
- 2) Rivoluzione verde e transizione ecologica;**
- 3) Infrastrutture per la mobilità;
- 4) Istruzione, formazione, ricerca e cultura;**
- 5) Equità sociale, di genere e territoriale;
- 6) Salute.

La missione 2 è articolata in quattro componenti che valgono circa 70 miliardi di €:

- Agricoltura sostenibile ed economia circolare (8%);
- Energia rinnovabile, idrogeno e mobilità sostenibile (26%)
- Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici (45%)
- Tutela del territorio e della risorsa idrica (21%)

In questa presentazione saranno illustrati i criteri generali che hanno informato l'azione del Ministero dell'Economia e delle Finanze (MEF) per definire gli indirizzi da attuare nel settore dell'Economia Circolare e in particolare nella gestione dei rifiuti e le azioni fin qui condotte per mettere a punto nel dettaglio il Piano operativo che dovrà essere presentato alla Commissione Europea per la sua approvazione.

Recupero del carbonio organico da reflui e rifiuti mediante conversione in bioplastiche biodegradabili: vincoli e prospettive di sviluppo industriale

Mauro Majone

Dipartimento di Chimica – Sapienza Università di Roma

mauro.majone@uniroma1.it

Considerando il forte impegno dell'UE verso la piena attuazione di un'economia circolare europea, è necessario estendere e migliorare le opzioni disponibili per il recupero delle risorse dalla frazione organica dei rifiuti di origine urbana, soprattutto verso prodotti di valore superiore rispetto all'energia e al compost.

All'interno dell'ambiente urbano, quantità significative di residui organici provengono dalla raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani (FORSU) e dai fanghi degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane. Sebbene FORSU e fanghi provengano dalla stessa area urbana e contengano quantità confrontabili di carbonio organico e di natura simile, questi due flussi vengono solitamente gestiti separatamente. Questa storica separazione delle opzioni di trattamento crea un'interessante opportunità per identificare processi e strategie che consentono la conversione efficace del carbonio organico contenuto nei rifiuti urbani in utili prodotti biologici, riducendo allo stesso tempo gli impatti globali sull'acqua e sul clima causati dal loro trattamento e smaltimento.

Il progetto RES URBIS (RESources from URban Blo-waSte) è stato finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito di Horizon 2020 e ha coinvolto 20 partner provenienti da 8 nazioni europee. L'obiettivo principale di RES URBIS è stato lo sviluppo di una bioraffinaria urbana per convertire i rifiuti organici di origine urbana in bioplastiche, a base di poliidrossialcanoati (PHA). I PHA sono poliesteri con proprietà termoplastiche, di origine biologica e completamente biodegradabili nell'ambiente.

Due impianti pilota sono stati sviluppati per produrre PHA in continuo a partire dai rifiuti liquidi derivanti dalla lavorazione delle frutta o da una miscela costituita dalla frazione organica dei rifiuti solidi urbani e dal fango in eccesso dal trattamento delle acque reflue municipali. Oltre 30 kg di PHA sono stati prodotti ed estratti dalle cellule microbiche impiegando metodologie prive di agenti inquinanti nonché caratterizzati e testati per varie applicazioni di mercato, nei settori dell'imballaggio, dell'arredamento, degli adesivi e del risanamento ambientale. Il progetto è stato completato prendendo in esame tutti gli aspetti tecnico-economici, ambientali, regolamentari e di mercato necessari alla sua futura implementazione alla piena scala industriale.

La digestione anaerobica, tecnologia chiave nella bioeconomia circolare: dalla ricerca all'applicazione

Agata Gallipoli, Andrea Gianico, Barbara Tonanzi, Daniele Montecchio, Simona Crognale, Simona Rossetti, Camilla M. Braguglia

Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA) – Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

braguglia@irsa.cnr.it

La strategia sull'economia circolare è finalizzata a ridurre l'uso delle materie prime naturali, di cui il pianeta si va progressivamente impoverendo, utilizzando "materie prime secondarie" prodotte da scarti e rifiuti. In tale contesto giocano un ruolo fondamentale biotecnologie come la digestione anaerobica (DA) che consiste nella conversione, in assenza di ossigeno, della sostanza organica ad opera di microorganismi. La versatilità (ma allo stesso tempo anche la fragilità) del processo è dovuta proprio alla successione di reazioni concatenate tra loro che, se opportunamente modulate, forniscono un ampio portfolio di prodotti bio-based, e biometano, combustibile rinnovabile.

Da più di dieci anni studiamo soluzioni tecnologiche innovative per aumentare il potenziale di sviluppo del processo di DA applicato a biomasse residuali come i fanghi di depurazione, e scarti di cucina. Ultimamente, grazie all'intenso lavoro multidisciplinare, abbiamo orientato la nostra attenzione anche ad intermedi di processo come gli acidi volatili a catena media, ad alto valore economico, derivanti dalla chain elongation microbica.

Con l'integrazione di pretrattamenti, opportunamente selezionati in base alla biomassa da trattare, vi mostreremo come siamo riusciti ad aumentare del 45% la produzione di metano con un digestore in piena scala, di come abbiamo estratto zuccheri da food waste promuovendo la fermentazione per sviluppare una bio-raffineria, o recuperato metalli dai fanghi tramite il bioleaching anaerobico.

I risultati della co-digestione anaerobica su reattori da 10 litri aprono opportunità per una gestione sinergica dei rifiuti organici e dei fanghi presso gli impianti di depurazione per produrre più energia rinnovabile sfruttando digestori già presenti sul territorio.

Trattamento anaerobico di reflui domestici nell'ottica del "3R concept": RIDUZIONE di consumi energetici, spazi e impatti, RIUTILIZZO di acqua depurata, RECUPERO di energia e risorse

Maria Concetta Tomei, [Valentina Stazi](#)

Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA) – Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

stazi@irsa.cnr.it

Il trattamento anaerobico dei reflui domestici rappresenta una valida alternativa al convenzionale trattamento aerobico a fanghi attivi, in quanto quest'ultimo è caratterizzato da elevati consumi energetici, produce una grande quantità di fanghi e non permette il recupero delle risorse presenti nelle acque reflue. La digestione anaerobica, infatti, nell'ottica del "3R concept", consente la Riduzione di consumi energetici, spazi e impatti, il Riutilizzo di acqua depurata, e il Recupero sia energetico, attraverso la produzione di biogas, che di nutrienti da poter impiegare nel settore agricolo.

Da una prima stima, i potenziali vantaggi di un totale trattamento anaerobico rispetto ai tradizionali impianti a fanghi attivi si traducono nel dimezzare la produzione dei fanghi e nel raddoppiare la produzione energetica a livelli tali da superare l'energia richiesta per il funzionamento dell'impianto. La tecnologia che proponiamo è un bioreattore UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket), inoculato con biomassa granulare, ovvero un promettente bioreattore "high rate" altamente flessibile e in grado di massimizzare le cinetiche di biodegradazione anaerobica fino a valori competitivi con quelli tipici aerobici, anche alle basse temperature. La sperimentazione condotta ha visto l'applicazione di tale tecnologia per il trattamento di un refluo domestico sintetico a differenti valori del tempo di ritenzione idraulico (22, 14, 9 h) e alle temperature di 25 e 35°C. I risultati sperimentali hanno rilevato efficienze di rimozione del COD e produzioni specifiche di biogas negli intervalli, 83-93% e 0.14-0.27 m³/kg_{CODrimosso} rispettivamente. In tutte le condizioni operative testate è stato ottenuto un effluente di alta qualità in termini di concentrazione di COD e TS, con l'ulteriore vantaggio di essere ricco di azoto e fosforo. La sperimentazione ha dunque confermato la fattibilità del trattamento anaerobico applicato ad acque reflue a basso carico organico, evidenziandone i punti di forza che meritano ulteriori approfondimenti a differenti condizioni operative.

Parallelamente all'attività di laboratorio, svolta presso l'IRSA di Montelibretti, è stato sviluppato in collaborazione con la Facoltà di Ingegneria Chimica dell'Università Sapienza di Roma un modello matematico impiegando il software COMSOL Multiphysics. Il modello, inizialmente realizzato con lo scopo di simulare la distribuzione della biomassa all'interno del granulo, è stato successivamente implementato alla scala del reattore con l'obiettivo di fornire un valido strumento per la progettazione e la simulazione dinamica dei reattori UASB.

La digestione anaerobica diventa elettrica: impiego di materiali conduttivi per sfruttare il potenziale delle comunità metanogeniche elettro-attive

Federico Aulenta, Carolina Cruz Viggi, Matteo Tucci

Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA) – Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

aulenta@irsa.cnr.it

Con oltre 14'000 impianti funzionanti in piena scala, di cui 1800 solo in Italia, la digestione anaerobica rappresenta un pilastro fondamentale nel futuro dell'economia circolare Europea. Uno dei principali vantaggi di questa tecnologia è l'elevata versatilità che le permette di valorizzare un ampio spettro di substrati organici di scarto in un biogas ricco in metano (50-70%) e che può essere ulteriormente convertito in energia elettrica o termica, ed un digestato che può trovare applicazioni come ammendante in campo agricolo.

Sebbene la digestione anaerobica sia di fatto una tecnologia ampiamente consolidata, le complesse relazioni metaboliche che si stabiliscono tra i membri delle comunità microbiche coinvolte nel processo sono ancora oggetto di intense attività di ricerca.

Solo recentemente è stato riportato che l'aggiunta di particelle elettricamente conduttive all'interno di digestori rappresenta una formidabile strategia per aumentare la velocità e la resa della conversione a metano di substrati organici, nonché per migliorare la stabilità del processo durante fasi critiche di esercizio quali l'avvio o i cambiamenti nel carico organico applicato. Si ritiene che tale effetto sia legato alla capacità di tali particelle di agire come "*electron conduits*" ovvero di promuovere associazioni sintrofiche tra organismi acetogenici e metanogenici, basate su processi di trasferimento diretto di elettroni interspecie (DIET).

In effetti, la degradazione sintrofica di substrati organici attraverso il meccanismo DIET risulta essere cineticamente favorita rispetto a quella basata su meccanismi alternativi quali ad esempio il trasferimento interspecie di idrogeno o formiato.

In questa presentazione sono illustrati alcuni dei principali risultati di studi condotti, da parte dal gruppo di lavoro, sul processo DIET e finalizzati a valutare l'effetto di materiali elettricamente conduttivi quali le nanoparticelle di magnetite (Fe_3O_4) ed il biochar sulla digestione anaerobica di substrati organici. Infine, sono anche discusse ulteriori possibili applicazioni di tali materiali, quali ad esempio la biodegradazione di idrocarburi del petrolio in suoli e sedimenti contaminati.

Valorizzazione energetica di biomasse da biorimediazione fito-assistita in una ottica di circolarità

^{1,2}Domenico Borello, ²Anna Barra Caracciolo, ³Francesco Gallucci, ^{1,3}Enrico Paris, ²Paola Grenni,
²Vito Felice Uricchio, ²Valeria Ancona

¹*Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale – Sapienza Università di Roma*

²*Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA) – Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)*

³*Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari - CREA*

domenico.borello@uniroma1.it, valeria.ancona@ba.irsra.cnr.it

Le fito-tecnologie stanno guadagnando popolarità come soluzione sostenibile per il recupero dei suoli inquinati. In particolare, il biorimediazione fito-assistita è una tecnologia di riqualificazione ambientale che sfrutta l'azione sinergica stabilita tra le radici delle piante e i microrganismi naturali (batteri e funghi) per rimuovere, trasformare o stabilizzare le sostanze tossiche presenti nel suolo, nei sedimenti o nell'acqua. Questa strategia di bonifica verde può essere applicata efficacemente per il recupero di aree colpite da contaminazione diffusa e multipla. Si basa sull'utilizzo di opportune specie vegetali selezionate per stimolare l'attività di biodegradazione dei microrganismi della rizosfera (ad esempio attraverso la produzione di essudati radicali o il rilascio di ossigeno). Allo stesso tempo, le applicazioni PABR forniscono biomassa legnosa che può essere recuperata attraverso diversi tipi di trattamento per ottenere un prodotto economico (es. fertilizzante del suolo, materia prima per la produzione di biogas). Un aspetto fondamentale da considerare è la valutazione della qualità della biomassa per garantire un sottoprodotto sicuro (senza input di composti pericolosi nell'ambiente). A tal fine, è necessario definire linee guida adeguate, basate su dati sperimentali provenienti da fito-tecnologie e applicazioni di trattamento della gassificazione della biomassa su scala di campo. In questo contesto, vengono riportati l'approccio e le fasi sperimentali eseguite utilizzando biomasse da un'applicazione sperimentale di biorimediazione fito-assistita in un'area multi-contaminata del Sud Italia.

In primo luogo, è stata condotta una caratterizzazione chimica per valutare la presenza di inquinanti nella biomassa da biorimediazione fito-assistita. Successivamente la biomassa è stata trattata all'interno di un gassificatore a letto fluido dove avviene la gassificazione del vapore. I prodotti di gassificazione sono stati analizzati per identificare dove possono essere concentrati gli inquinanti, esaminando syngas, composti organici volatili, biochar e ceneri. L'analisi dei risultati complessivi consentirà di attuare Linee Guida per un'adeguata cattura degli inquinanti e/o il loro smaltimento. È interessante notare che in questo studio i catrami vengono ridotti utilizzando catalizzatori innovativi (carbone e/o Ni/Mayenite) in un post reattore, dove viene implementata anche la cattura e lo stoccaggio del carbonio utilizzando il *Calcium Looping*. Questo trattamento integrato permette di generare un combustibile gassoso 'pulito' con emissione di CO₂ 'negativa' (dovuta alla CCS applicata ad un syngas legnoso) e di attuare uno smaltimento degli inquinanti più efficiente in quanto l'inquinamento è concentrato su volumi minori in un'ottica di circolare economia.

Recupero di risorse dai fanghi di depurazione: il paradigma dell'economia circolare

Carlo Pastore

Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA) – Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

carlo.pastore@ba.irsas.cnr.it

Il modello economico di consumo lineare delle risorse ha depauperato le riserve del pianeta al punto di non poter essere più applicabile. Per questo vi è un sempre più crescente interesse verso lo sviluppo di un nuovo modello economico circolare, in cui i rifiuti diventano materie prime per la (ri)produzione sostenibile di nuovi beni. Una particolare attenzione è rivolta alla materia organica residuale, ovvero i rifiuti e i residui ricchi di carbonio, in quanto possono diventare fonte di prodotti bio-based ad alto valore aggiunto. I fanghi prodotti dalla depurazione delle acque reflue urbane rappresentano il paradigma di biomasse residue ad alto contenuto di carbonio organico da valorizzare. Generati dalle varie fasi di lavorazione della depurazione delle acque, attualmente sono trattati col fine di renderli stabili ed igienizzati, contenendone quanto più possibile la produzione. Infatti l'attuale gestione ed il finale smaltimento generano oltre il 50% dei costi a carico di un impianto di depurazione. Inoltre, l'attuale condizione rischia di diventare ancor più insostenibile, per via delle ulteriori restrizioni via via imposte dalla UE in materia di smaltimento.

Un approccio innovativo promettente quanto complesso di gestione dei fanghi urbani consiste nel salvaguardare il potenziale chimico dei suoi componenti organici costituenti, attraverso processi finalizzati all'isolamento e recupero di prodotti utili e preziosi.

Lipidi, cellulosa e fosforo sono solo alcuni esempi di componenti presenti nei fanghi di depurazione che possono essere recuperati e/o valorizzati. Biocarburanti convenzionali e di nuova generazione, biolubrificanti, bioplastiche, biosolventi e fertilizzanti sono tutti prodotti ricavabili dai fanghi. L'obiettivo più ambizioso della ricerca in questo settore consiste nel cercare di ottimizzare e combinare tecnologie economicamente ed ambientalmente sostenibili che portino ad una valorizzazione dei fanghi, minimizzando quanto più possibile la parte da smaltire.

Il riutilizzo delle acque reflue. Lo vogliamo davvero?

Pompilio Vergine

Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA) – Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

pompilio.vergine@ba.irsa.cnr.it

Negli ultimi decenni, il riutilizzo delle acque reflue è stato ampiamente promosso per far fronte alla scarsità d'acqua, ma la sua applicazione ha incontrato ostacoli di natura economica, gestionale e sociale. Partendo dai risultati ottenuti in oltre dieci anni di esperienza di ricerca sul campo dal gruppo di ricerca che comprende, oltre a me, Alfieri Pollice, Carlo Salerno, Giovanni Berardi, Barbara Casale ed altri colleghi IRSA che hanno collaborato con noi in passato, descriverò i possibili vantaggi e svantaggi di questa pratica e proporrò la mia personale visione sugli sviluppi futuri.

Guardando questa tematica da una prospettiva più generale, si può vedere che le scelte relative al destino finale e alla qualità dell'acqua depurata influenzano non solo la sostenibilità ecologica dell'intero sistema di gestione delle acque reflue, ma anche la disponibilità di risorse idriche naturali e molte altre questioni economiche e sociali connesse con l'acqua. I complessi legami tra questi ambiti così differenti della scienza, la cui comprensione richiederebbe approfondite valutazioni sito-specifiche, non sono sempre adeguatamente considerati durante i processi decisionali.

Uno sguardo alle politiche e alle pratiche attuali in materia di gestione delle acque reflue ci porta a chiederci se stiamo facendo sforzi sufficienti per promuovere il riutilizzo delle acque reflue, ma anche se, d'altra parte, non sia più opportuno muoversi verso altre direzioni.

Il corridoio ecologico per Verbania circolare - Buone pratiche territoriali

Marzia Ciampittiello

Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA) – Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

marzia.ciampittiello@irsa.cnr.it

Il progetto intende rappresentare una prima proposta di modello emblematico di Economia Circolare locale, sulla base dei principi definiti dall'Unione Europea. Il progetto si sviluppa in una particolare zona del Comune di Verbania, attraverso la riqualificazione urbana-ambientale che coniuga le necessità di sviluppo economico e di coesione ed inclusione sociale con la tutela, la salvaguardia e il miglioramento di un tratto del corso d'acqua, il torrente San Bernardino, elemento di separazione fisica ma nel contempo promotore di nuove possibilità di aggregazione e di sviluppo territoriale e sociale. I principali obiettivi di progetto sono:

- 1) Recupero e riqualificazione urbana di aree e manufatti dismessi;
- 2) Riduzione della quantità di rifiuti da smaltire in discarica e incremento del riutilizzo dei materiali di scarto;
- 3) Aumento della fruibilità della sponda del torrente come luogo di incontro e riqualificazione ambientale del corso d'acqua e degli spazi verdi ad esso connessi;
- 4) Aumento delle competenze in tema di sostenibilità ambientale ed economia circolare e in tema di ecologia fluviale.