27 maggio, 2019
Lectio Magistralis di Catia Bastioli

Bioeconomia per la rigenerazione territoriale

Dissertazione realizzata
in occasione del conferimento
del Dottorato di Ricerca ad Honorem
in Ingegneria Civile, Chimica,
Ambientale e dei Materiali presso
Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Ringraziamenti

Buon pomeriggio a tutti.
Sono sinceramente onorata e grata di trovarmi qui oggi, nella più antica università del mondo, che ancora oggi tiene alta la bandiera della formazione e della ricerca italiana: un orgoglio per il nostro paese.
Per questo alto riconoscimento di cui l'Università di Bologna ha voluto onorarmi vorrei ringraziare sentitamente il Magnifico Rettore Prof. Francesco Ubertini e il Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali.
Vorrei inoltre esprimere la mia più sincera gratitudine al Professor Fabio Fava, infaticabile e tenace sostenitore della bioeconomia, per il suo fondamentale lavoro molto apprezzato sia a livello italiano che europeo.
Un sentito grazie va inoltre a tutte le persone – ricercatori, ingegneri, agronomi, ambientalisti, imprenditori, mondo della cooperazione e associativo, mondo agricolo, rappresentanti delle istituzioni, mondo finanziario e della distribuzione – che negli anni hanno contribuito in diversa misura e forma a costruire insieme a me casi studio partendo dalla filiera delle bioplastiche e dei biochemicals, e con cui vorrei condividere questo riconoscimento. Vorrei poi ringraziare in modo particolare tutti gli uomini e le donne che hanno lavorato e sono cresciuti con me e che hanno permesso di costruire, da un modello di rigenerazione territoriale, una vera e propria filiera integrata di bioeconomia fatta di nuovi impianti in siti deindustrializzati, di una gamma ampia di bioprodotti, di soluzioni per problemi ambientali rilevanti, di filiere agricole in terreni marginali, di una rete formidabile di collaborazioni e interazioni e di una piattaforma di bioeconomia, perché in loro sta il grande patrimonio che abbiamo costruito in questi anni.
Nella mia dissertazione non parlerò in modo specifico dei risultati della mia attività nel settore delle bioplastiche e biochemicals di questi anni, che ho descritto in un libro recentemente pubblicato; vorrei invece provare a declinare il ruolo fondamentale della bioeconomia circolare nella decarbonizzazione dei sistemi e nella rigenerazione dei territori, partendo dalla centralità della salute del suolo e dal conseguente necessario ridisegno delle filiere integrate di produzione, nonché delle abitudini di consumo e delle logiche di riciclo. Vorrei soffermarmi, inoltre, sulle potenzialità offerte dalla bioeconomia circolare per il Paese e per l'Europa in termini di sostenibilità e di competitività di sistema e sulla fondamentale importanza del sistema educativo, formativo e di ricerca per rendere davvero possibile il cambio di modello da dissipativo a conservativo e inclusivo, e per poter accelerare il processo di rigenerazione rispetto a quello, ad oggi, decisamente più veloce della degradazione delle risorse.

Dove ci ha portato il “business as usual”

Già nel 1972 il Club di Roma, primo think tank mondiale sullo sviluppo sostenibile, diventato noto in tutto il mondo con il libro *The Limits to Growth*,[1] ci avvertiva sui rischi dello sviluppo senza limiti con proiezioni che oggi si sono rivelate perfettamente centrate.

Quando il Club di Roma è stato fondato, gli esseri umani erano 3,5 miliardi, oggi sono 7,6 miliardi e secondo le previsioni raggiungeranno i 9 miliardi nel 2050. Le concentrazioni di gas serra nell’atmosfera sono cresciute da 322 a 403 parti per milione.[2] Siamo passati da un pianeta vuoto a un pianeta pieno in cui gli effetti degradativi non possono che essere sinergici.

L’attuale sistema economico non è resiliente e certamente non circolare

Il rapporto dell’IPCC,[3] pubblicato a ottobre 2018, è tutt’altro che positivo, e il pianeta continua a vedere aumentare le emissioni e distruggere le risorse e il tessuto sociale.

L’attuale sistema economico non è resiliente e certamente non circolare. Alla crisi ambientale globale si sono aggiunte in questi ultimi due decenni quelle finanziaria, industriale e sociale.

Siamo arrivati a questo punto a causa di un modello di sviluppo lineare e dissipativo dell’economia che si è andato globalizzando creando realtà sempre più grandi con obiettivi a breve termine, minimizzando i diritti dei più e producendo scarti. In passato, il capitalismo ha prosperato in aree limitate e governate da regole chiare: i territori erano sistemi pressoché chiusi e gli interessi dell’impresa e degli azionisti coincidevano per lo più con l’interesse di quei territori. Oggi invece lo scenario è liquido: operiamo in sistemi aperti con perturbazioni sempre più frequenti di crescente intensità, che finiscono per interessare l’intero pianeta senza che sia possibile raggiungere uno stato stazionario. Ciò spiega le catastrofi finanziarie, ambientali e sociali che si generano in tempi brevi senza che qualcuno sia in grado di gestirne l’evoluzione e le conseguenze.

I sistemi aperti senza regole e ammortizzatori sono destinati a creare tempeste perfette, in cui l’umanità e il suo habitat rischiano di soccombere

Insomma: i sistemi aperti senza regole e ammortizzatori sono destinati a creare tempeste perfette, in cui l’umanità e il suo habitat rischiano di soccombere.[4] Lo aveva capito Ilya Prigogine,[5] premio Nobel 1977 per la chimica – tra i primi a gettare un ponte tra fisica, chimica, ecologia e scienze sociali per studiare la complessità di settori come sistemi tra loro interagenti – sviluppando la termodinamica dei processi irreversibili non lineari.

Questo concetto spiega perfettamente l’impatto della crescente concentrazione di anidride carbonica in atmosfera, che sta portando a un’alterazione dei flussi ecosistemici e degli stock di risorse naturali, che sono le nostre dighe, i nostri ammortizzatori, portando all’estremizzazione dei fenomeni atmosferici, con il rischio di ripercussioni a catena, non tutte facilmente prevedibili. L’aumento della temperatura terrestre, l’accelerazione della desertificazione dei suoli, il ritiro dei ghiacciai, l’aumento del livello

delle acque, la distruzione di ecosistemi come le barriere coralline sono solo alcuni degli effetti noti.

Il rischio è che l'incapacità di cambiare il modello di sviluppo e di restare entro i limiti naturali ci porti al punto di non ritorno

Il rischio è che l'incapacità di cambiare il modello di sviluppo e di restare entro i limiti naturali ci porti al punto di non ritorno facendoci uscire dall'Olocene, l'era geologica che ha permesso lo sviluppo umano e le sue attività. Siamo entrati nell'Antropocene.

Il messaggio di uno studioso della sostenibilità della fama di Johan Rockstrom è che, se continuiamo con il "business as usual", il pianeta non avrà risorse sufficienti per combattere insieme cambiamento climatico e povertà, i due grandi temi che si vogliono risolvere con i 17 SDGs.[6]

La bioeconomia

Anche per questo, abbiamo il dovere di accelerare questo percorso e la bioeconomia, che usa risorse biologiche rinnovabili dalla terra e dal mare[7] e, declinata in logica circolare è uno strumento potente che mira alla rigenerazione dei territori partendo dalle loro specificità, moltiplicando i casi di filiere integrate e sviluppando la capacità di monitorare i risultati sul campo. Si tratta di un'opportunità straordinaria da non perdere per superare il modello lineare di sviluppo e decarbonizzare l'economia, ponendo rimedio ai problemi di degradazione dell'ecosistema laddove ancora si può, includendo le comunità.

Le parole fondamentali per questa accelerazione sono: trasformare, rigenerare, contribuire

Le parole fondamentali per questa accelerazione sono: trasformare, rigenerare, contribuire. Abbiamo bisogno di tecnologie in grado di trasformare il business as usual; di progetti integrati in grado di rigenerare le risorse, potendo contare su una società contributiva in cui sia chiaro che si deve dare oltre che ricevere. Tutto questo richiede un cambio di mentalità che deve avvenire nel più breve tempo possibile se si vuole ancora incidere.

Fondamentale in questo contesto, come indica il report dell'High-Level Panel of the European Decarbonisation Pathways Initiative della Commissione Europea,[8] è dotarsi di una strategia di lungo termine, lavorando però su quanto è possibile ottenere a breve e medio termine per innescare un processo di innovazione incrementale indotta, dalle enormi ricadute, con una crescita esponenziale delle aspirazioni e delle opportunità.

La “grand challenge” dell’inquinamento del suolo e degli ecosistemi

In questa rivoluzione, le tecnologie sono una condizione necessaria ma non sufficiente per lo sviluppo della bioeconomia circolare. In realtà, abbiamo moltissime tecnologie a disposizione, alcune sviluppate proprio in Italia in questi anni, ma abbiamo bisogno di progetti di territorio in cui inserirle e connetterle in modo saggio. Infatti tutte le innovazioni e tecnologie, anche le migliori, possono produrre effetti negativi se non vengono usate con la dovuta saggezza in un contesto di sostenibilità, e se non sono inserite in una logica di ecodesign e di economia circolare, tanto più se si ha a che fare con le materie prime di origine vegetale e con il suolo, risorsa preziosa e non rinnovabile, che ha un ruolo centrale nella nostra vita.

Le innovazioni e tecnologie, anche le migliori, possono produrre effetti negativi se non sono inserite in una logica di ecodesign e di economia circolare

Il suolo è una risorsa non rinnovabile – occorrono più di 2.000 anni per formare 10 cm di terreno – è il punto di partenza per la produzione alimentare, è fondamentale per mantenere la vita sulla Terra e, grazie al carbon sink, è cruciale per ridurre le emissioni di CO_2 dall’atmosfera.[9]

Il suolo è una risorsa non rinnovabile, fondamentale per mantenere la vita sulla Terra e cruciale per ridurre le emissioni di CO_2 dall’atmosfera

Tuttavia, secondo la FAO,[10] il 33% dei suoli è oggi degradato e affetto da salinizzazione, compattazione, inquinamento chimico, acidificazione, accumulo di sostanze non biodegradabili ed esaurimento dei nutrienti. Il Joint Research Center dell’Unione Europea sostiene che il 20% della superficie dell’Unione è soggetta a erosione con una velocità di 10 ton/ha*y, mentre la copertura del terreno con materiali impermeabili (soil sealing) conduce ogni anno a una perdita di terra produttiva di 1.000 km^2.[11]

La degradazione dei suoli è un problema ambientale in tutta Europa, in particolare nella regione mediterranea con molte aree impattate dalla desertificazione, con in testa la Spagna e a seguire Grecia, Bulgaria, Italia, Romania e Portogallo.[12] Questa progressiva degradazione richiede l’adozione di pratiche di accumulo di carbonio nel suolo per poter fermare, se non invertire, il fenomeno.[13]

La mancanza di una direttiva europea sull’argomento ha conseguenze non solo per le emissioni di gas serra ma anche sulla preservazione e rigenerazione del suolo, sulle risorse idriche, sugli allevamenti intensivi e sull’uso di antibiotici, sull’uso di erbicidi e fertilizzanti chimici[14] e sulla contaminazione del suolo da parte di plastiche e microplastiche[15] e di altre sostanze in grado di accumularsi impattandone la fertilità. Queste ultime possono essere residui di prodotti direttamente a contatto del suolo, come nel caso delle pacciamature agricole e degli erbicidi, o sversate accidentalmente come nei casi dei lubrificanti o portate da ammendanti organici non di qualità.

La rigenerazione del suolo deve partire da un uso responsabile dei terreni agricoli, promuovendo la creazione di nuove filiere integrate del valore, basate sulla diffusione di best practices, sull'uso sostenibile delle biomasse e sull'aggiunta di materia organica

Nei prossimi trent'anni si stima che almeno 4 miliardi di persone vivranno in zone aride[16] e la combinazione del degrado del suolo e del cambiamento climatico potrebbe condurre entro il 2050 a una riduzione della produzione agricola fino al 50% in alcune regioni, con effetti ulteriormente amplificati dalla crescita demografica.[17]

La mitigazione nel settore agricolo e forestale (AFOLU) si può ottenere da due fattori: la riduzione dell'intensità di emissioni di gas serra per unità di output (attraverso il miglioramento dei terreni agricoli e della gestione degli allevamenti) e la conservazione o l'innalzamento degli stock di carbonio nella vegetazione o nei suoli (attraverso l'imboschimento/riforestazione, bioenergia con cattura di carbonio e innalzamento del contenuto di carbonio nel suolo).

Tali azioni di mitigazione devono avvenire in sinergia con la preservazione della qualità e delle funzionalità dei suoli, legate alla fertilità.[18]

La rigenerazione del suolo deve partire da un uso responsabile dei terreni agricoli, promuovendo la creazione di nuove filiere integrate del valore, basate sulla diffusione di best practices, sull'uso sostenibile delle biomasse e sull'aggiunta di materia organica. La rigenerazione può avvenire in terreni marginali, abbandonati e non coltivati, specialmente quelli con margini economici negativi, anche attraverso colture non irrigue, e potrebbe incoraggiare la creazione di nuove opportunità di guadagno per gli agricoltori attraverso la stipulazione di contratti di filiera. In questo contesto, nasce anche l'opportunità di sviluppare tecnologie fisiche, chimiche, biotech in grado di utilizzare le diverse materie prime rese disponibili da queste filiere.

L'impiego di compost rappresenta un'importante soluzione a due ordini di problemi: da un lato, evitare che il rifiuto organico finisca in discarica, dall'altro, apportare un prezioso ammendante

Nell'ottica della rigenerazione del suolo attraverso l'apporto di sostanza organica, va ricordata l'iniziativa internazionale denominata "4 per mille – Il suolo per la sicurezza alimentare e il clima", lanciata nel 2015 in concomitanza con gli Accordi di Parigi, secondo cui ogni anno un aumento dello 0,4% dello stock di materia organica nel suolo sarebbe sufficiente a compensare l'aumento della concentrazione di CO_2 nell'atmosfera legato alle attività antropiche, migliorando allo stesso tempo la sua fertilità.[19]

L'impiego di compost e di altri materiali organici di qualità in agricoltura, a fronte dei problemi di degradazione e desertificazione a cui stiamo assistendo, risulta avere notevoli potenzialità[20] e rappresenta un'importante soluzione a due ordini di problemi: da un lato, evitare che il rifiuto organico finisca in discarica, pratica vietata dalla nuova direttiva Biowaste a partire dal 2023;[21] dall'altro, apportare un prezioso ammendante. Questa pratica comporta un graduale miglioramento della salute stessa delle coltivazioni e minimizza gli input di fitofarmaci e di fertilizzanti. Nonostante questa opportunità, impressionanti volumi di materia organica, sia in flussi solidi sia liquidi, vengono tuttora inviati in discarica o inceneriti, invece di essere restituiti ai terreni agricoli, ed enormi quantità di microplastiche, lubrificanti, erbicidi e altri inquinanti compromettono la qualità del suolo e dell'acqua, mettendo a repentaglio gli ecosistemi. Un esempio dell'economia dissipativa che abbiamo sviluppato in questi decenni.

I rifiuti organici urbani e i fanghi sono in grado di produrre materia organica, ovvero compost, che può essere utilizzato in agricoltura per aumentare

la materia organica del suolo e tendere a neutralizzare le emissioni di gas serra,[22] e potrebbero farlo per almeno il 25% delle quantità richieste dall'iniziativa 4 per mille, ma la consapevolezza dell'importanza di questi flussi e della loro qualità e pulizia non è sufficientemente diffusa.

I rifiuti organici urbani nell'Unione Europea sono infatti circa 96 milioni di tonnellate e il 66% viene ancora inviato in discarica.[23] I fanghi di depurazione provenienti dal trattamento delle acque reflue urbane, che spesso sono inviati in discarica o inceneriti,[24] rappresentano un altro notevole spreco di risorse e una fonte di pratiche illegali.

Lo stesso vale per i fosfati provenienti da acque reflue o da concimi animali, che potrebbero invece essere riciclati per la produzione di fertilizzanti o per applicazioni industriali, in un'ottica di economia circolare. Invece, si continuano a estrarre da rocce in quantità finita e limitata, mettendo in pratica un'economia lineare che trasforma risorse finite preziose in inquinamento di acqua e suoli.

Impressionanti volumi di materia organica vengono tuttora inviati in discarica o inceneriti, invece di essere restituiti ai terreni agricoli, ed enormi quantità di inquinanti compromettono la qualità del suolo e dell'acqua

Tutti questi settori possono aiutare a ripristinare la fertilità dei suoli e promuovere un'agricoltura sostenibile, anche in aree marginali, attraverso una transizione verso pratiche rigenerative e socialmente inclusive. Basti solo pensare che una corretta gestione del rifiuto organico europeo che oggi finisce in discarica pari a circa 62 milioni di tonnellate potrebbe produrre ulteriori 68.000 posti di lavoro rispetto ai 23.000 attuali. Il potenziale di CO_{2eq} che si potrebbe risparmiare è dell'ordine dei 50 milioni di tonnellate. La costruzione di impianti adeguati e diffusi darebbe anche un boost agli investimenti. Per l'Italia l'aumento di occupazione è stimabile in 10.000 posti di lavoro[25] e il risparmio in termini di CO_2 è dell'ordine dei 5 milioni di tonnellate.[26]

A livello italiano è stata lanciata dal Kyoto Club e da SUDEF alcuni anni fa l'iniziativa "Italy towards zero organic waste in landfill",[27] con l'obiettivo di valorizzare la frazione organica di rifiuto, considerandola una risorsa preziosa e non uno scarto.

Questo programma è stato sottoscritto da molte associazioni ambientaliste e università e dalle maggiori multiutilities del paese.

In questo contesto, è evidente che i centri di consumo e in particolare le città e le aree metropolitane hanno un ruolo estremamente rilevante, in quanto influenzano la tipologia dei consumi alimentari, la produzione di scarti, le tipologie di imballaggi, la qualità e quantità dei prodotti usa e getta, i sistemi di raccolta e trattamento del rifiuto organico e dei reflui cittadini e industriali, le pratiche di riciclo delle materie organiche e non.

Un esempio virtuoso, che si inserisce in questo solco, è l'iniziativa "Food Policy" della Città di Milano.[28] Si tratta di un progetto sperimentale molto avanzato che affronta questa grande sfida, coinvolgendo una serie di questioni quali la raccolta e qualità del rifiuto organico, il risparmio di cibo, i programmi di formazione a partire dalle mense scolastiche e dalle diete degli studenti, i mercati di strada e i rivenditori al dettaglio, il settore del riciclo, gli operatori del trattamento delle acque e le aziende innovative del settore della bioeconomia.

È evidente la rilevanza di un rapporto nuovo delle città e dell'agricoltura con le filiere del cibo e degli scarti organici che metta al centro la salute dei suoli, l'effetto di decarbonizzazione e di rigenerazione territoriale.

Nella prospettiva di mantenimento della salute e fertilità dei suoli, la proprietà della biodegradabilità in suolo è fondamentale per tutti quei prodotti

per uso agricolo con problemi di accumulo (erbicidi, lubrificanti, additivi per sementi, sistemi di slow release, pacciamature agricole). La biodegradabilità in acqua e suolo è invece fondamentale per quei prodotti con problemi di accumulo nei fanghi di depurazione e nelle acque come nel caso di additivi non biodegradabili per cosmesi e detergenza.

La biodegradabilità in compostaggio diventa essenziale per tutte le applicazioni in cui i materiali utilizzati hanno un'alta probabilità di essere inquinati da residui alimentari e in cui in assenza della biodegradabilità andrebbero a inquinare il rifiuto organico che finirebbe in discarica, invece di diventare prezioso humus. Mi riferisco a imballi sottili, a imballi multistrato, a prodotti per il food serviceware, alle capsule del caffè.

La combinazione di una rete efficiente di impianti di trattamento e la biodegradabilità dei prodotti garantirà che non si accumulino sostanze persistenti nelle acque depurate, nei fanghi e nel compost di qualità

In una logica di economia circolare con al centro la qualità del suolo e dell'acqua, occorre avere ben chiaro che tutti gli streams liquidi e solidi del carbonio organico devono passare attraverso sistemi di trattamento di compostaggio e di anaerobiosi/compostaggio nonché di depurazione. La combinazione di una rete efficiente di impianti di trattamento e la biodegradabilità dei prodotti destinati alle applicazioni sopra citate garantirà che non si accumulino sostanze persistenti nelle acque depurate, nei fanghi e nel compost di qualità. In questo senso i sistemi di incentivazione avranno un ruolo rilevante per riportare materia organica di qualità in suolo remunerando l'agricoltore virtuoso e i compost di qualità adeguata. Grazie ai casi studio realizzati in Italia è oggi possibile contare su una condivisione forte tra agricoltori, compostatori, ambientalisti, accademia sulla necessità di standard adeguati per il compost da riportare in suolo e da remunerare.

La necessità di prodotti biodegradabili in diversi ambienti nelle applicazioni già menzionate crea incredibili opportunità di sviluppo e di moltiplicazione dei progetti e delle collaborazioni, a partire dalla filiera delle bioplastiche e dei biochemicals, già costruita in Italia, e da quella della carta e cellulosa e alle loro interazioni, nonché al riciclo organico e chimico di questi prodotti per una filiera massimamente virtuosa e circolare. Secondo Plastics Consult la filiera delle bioplastiche rappresenta oggi 4.000 persone, 250 aziende di trasformazione coinvolte e un fatturato di 685 milioni di euro.[29]

Inoltre, va considerata anche la potenzialità di un'innovazione incrementale indotta applicata al rifiuto organico e ai residui agricoli e agroindustriali come materie prime per la produzione di nuovi prodotti.

Una ricerca condotta dall'Università Bocconi[30] ha dimostrato come l'introduzione di nuovi packaging biobased e compostabili possa contribuire a migliorare la qualità della raccolta differenziata sia della carta che dell'organico, limitando il ricorso alla discarica per gli scarti, con un conseguente grande risparmio legato alla diminuzione del costo stimato per la contaminazione della filiera del riciclo della carta e del rifiuto organico.

Altre opportunità derivanti dalla sinergia tra questi due biomateriali riguardano il mondo del riciclo, con tecnologie che oggi ci consentono di sviluppare biochemicals a partire dagli scarti della cellulosa.[31]

La plastica non è né buona né cattiva. I benefici dipendono dall'uso che ne facciamo

Per quanto riguarda le plastiche tradizionali, non dobbiamo commettere l'errore di guardare alle conseguenze senza pensare alle cause. Il problema non è la plastica in sé: la plastica non è né buona né cattiva. I benefici dipendono dall'uso che ne facciamo. Ma non si può non tenere conto della sua crescita di volume: nel 1972 la produzione di plastica

era di circa 50 milioni di tonnellate, oggi ha raggiunto oltre 325 milioni di tonnellate l'anno, con la prospettiva di arrivare a un miliardo di tonnellate all'anno nel 2050.[32] Secondo la Ellen MacArthur Foundation, oggi solo il 2% degli imballaggi in plastica viene effettivamente riciclato e trasformato nella stessa applicazione o in applicazioni di qualità equiparabile, e circa il 12% viene riciclata in applicazioni di minor valore (il cosiddetto downcycling), a causa di come i prodotti sono stati concepiti a monte, senza una visione sistemica. La maggior parte, il 72%, non viene riciclato, finisce a termovalorizzazione, discarica o a inquinare l'ambiente.[33]

Sempre più spesso, sentiamo notizie di plastiche e microplastiche nei nostri mari e di isole di plastica negli oceani: secondo un recente report del WWF il Mar Mediterraneo detiene solo l'1% delle acque mondiali, ma concentra il 7% di tutte le microplastiche globali.[34] Non è così noto che l'80% dell'inquinamento marino è causato da una non adeguata gestione dei rifiuti sulla terraferma.

L'80% dell'inquinamento marino è causato da una non adeguata gestione dei rifiuti sulla terraferma

Se la percentuale del riciclo meccanico delle plastiche, a parità di proprietà dopo tanti anni che se ne parla, rimane molto limitato, è perché esistono rilevanti criticità che vanno tenute presenti per evitare che il riciclo rimanga una bandiera. Esistono tuttavia molti esempi positivi di riciclo. Mi limito qui a menzionare la filiera del PET per imballaggio. Inoltre vanno ricordati casi eclatanti come quello di Aquafil, che attraverso il riciclo chimico rigenera reti da pesca e tappeti di poliammide 6 e che su questa base ha creato una vera e propria filiera con importanti sviluppi.

Tutto questo rende chiaro che abbiamo bisogno di ridisegnare l'intero sistema, per ripensare in ottica di ecodesign i prodotti, il loro uso e il loro smaltimento in una prospettiva circolare, consumando meno risorse possibili, utilizzando la plastica con saggezza, quando realmente necessario e possibilmente per applicazioni durature. I prodotti biobased e biodegradabili vanno usati nelle applicazioni in cui ci sia rischio di accumulo di residui non biodegradabili negli streams del carbonio liquidi e solidi e nei suoli con effetti sulla qualità delle acque.

Abbiamo bisogno di ridisegnare l'intero sistema, per ripensare in ottica di ecodesign i prodotti, il loro uso e il loro smaltimento in una prospettiva circolare

Infine, dobbiamo smettere di pensare a una crescita illimitata: su questo fronte occorre un completo cambio di mentalità attualmente piuttosto complesso, visto che si pensa ancora alla crescita in termini di volumi più che di valore, ignorando ancora i costi delle esternalità che invece diventano sempre più insostenibili, man mano che il pianeta da vuoto diventa pieno.

Negli anni ho visto crescere i compagni di viaggio interessati a lavorare insieme per vincere la sfida della rigenerazione territoriale. Ma quello che è stato fatto non è affatto sufficiente per invertire la rotta in termini di consumo di risorse naturali e di rivitalizzazione del tessuto sociale.

La rivoluzione si gioca a livello di territori sui temi dell'agricoltura e del mantenimento e il rafforzamento della fertilità dei suoli, del rapporto tra città e cibo, sull'ecodesign dei prodotti, ma anche sulle reti capaci di seguire questa nuova vocazione dei territori, e sullo sviluppo dell'impiantistica di adeguata dimensione e qualità tecnologica, in primis per il compostaggio e la digestione anaerobica con produzione di biometano e stabilizzazione del digestato, sulla messa in campo di processi chimici, fisici e

La rivoluzione si gioca sull'interdisciplinarietà e l'interconnessione dei progetti territoriali, sulla loro moltiplicazione e sulla loro capacità di inclusione

biotecnologici per trasformare scarti in prodotti. Si gioca sull'interdisciplinarietà e l'interconnessione dei progetti territoriali, sulla loro moltiplicazione, sulla capacità di inclusione e sulla possibilità di produrre l'energia necessaria direttamente.

In questo senso, anche il sistema energetico gioca un ruolo chiave nel cambio di modello verso una bioeconomia circolare, con un'evoluzione a grandi passi da centralizzato a diffuso, con le energie rinnovabili in crescita vertiginosa, con la necessità di sopperire ai problemi di non programmabilità e non stabilità delle fonti, di fronteggiare la criticità legata all'assenza di inerzia del sistema, tenendo conto della crescita della domanda di energia, dell'indipendenza energetica, della resilienza dei sistemi a condizioni climatiche sempre più estreme, delle ricadute sull'agricoltura, sull'industria e sulle comunità.

Conclusioni

In conclusione, la bioeconomia circolare può essere un efficace acceleratore per l'innovazione sostenibile, rigenerando le risorse e le terre marginali/desertificate/abbandonate, trasformando le periferie in centri strategici, una driving force di competitività per l'Italia e per l'UE.

La bioeconomia circolare può essere un efficace acceleratore per l'innovazione sostenibile, rigenerando le risorse e le terre, trasformando le periferie in centri strategici

Solo con una strategia di lungo termine e lavorando per innescare un processo di innovazione incrementale indotta sarà possibile accelerare il processo di conversione.

Serve un nuovo Illuminismo nella definizione delle politiche. Questo nuovo Illuminismo dovrà essere caratterizzato da un equilibrio migliore tra uomo e natura, tra mercati e legge, tra consumo privato e beni pubblici, tra pensiero a breve e lungo termine, tra giustizia sociale e incentivi per l'eccellenza.

Essere in grado di vivere bene entro il limite naturale è la grande sfida del nostro secolo e richiede un cambio di mentalità che deve avvenire il prima possibile, se si vuole provare a invertire la rotta della degradazione delle risorse. Quindi, la nuova frontiera oggi è più culturale che tecnologica. Il nostro mindset e le nostre abitudini consolidate sono in realtà il maggiore ostacolo alla sperimentazione di nuovi modelli, ciò che ci rende miopi alimentando egoismi, ritardando il processo di cambiamento e finendo per prolungare la crisi strutturale che stiamo vivendo.[35]

Serve un nuovo Illuminismo caratterizzato da un equilibrio migliore tra uomo e natura, tra mercati e legge, tra consumo privato e beni pubblici, tra pensiero a breve e lungo termine, tra giustizia sociale e incentivi per l'eccellenza

Dobbiamo poi tenere a mente che il tessuto sociale non è qualcosa di separato dal mondo economico, e che non abbiamo soltanto un debito nei confronti degli ecosistemi, ma anche una profonda frattura da sanare: quella creatasi, nel tempo, tra economia e società, tra sviluppo e territori. Questo rende ancora più difficile far funzionare i progetti integrati specialmente nelle aree che hanno maggiormente sofferto la crisi. Per questo è essenziale il contributo della scuola e di un'università come quella di Bologna, per un'educazione e formazione di qualità con approccio olistico, promuovendo gli insegnamenti multidisciplinari e sistemici, che mettano insieme la formazione scientifica e tecnologica e economico/umanistica, permettendo anche esperienze su campo in progetti territoriali integrati che allenino alla costruzione di valore condiviso. La bioeconomia è la pietra angolare tra agricoltura e industria e occorre che agricoltura, ambiente, industria e mondo accademico e della formazione viaggino di pari passo. È necessaria una contaminazione tra scienza e tecnologia da un lato e saperi dall'altro. Dobbiamo poter contare su manager e imprenditori, nonché su investitori, accademici e istituzioni, che comprendano fino in fondo il valore del capitale naturale e della stabilità sociale e lo includano nei loro piani di sviluppo.

C'è una profonda frattura da sanare: quella creatasi, nel tempo, tra economia e società, tra sviluppo e territori

Questo tipo di cultura si forma sul campo, condividendo progetti di territorio capaci di catalizzare una molteplicità di iniziative, dove il costruire e l'imparare insieme consentono di generare fiducia e rispetto tra gli interlocutori, nonché ricchezza senza scarti per molti.

Abbiamo bisogno di una formazione interdisciplinare e sistemica che superi il paradigma della competenza e della leadership individuale, abbracciando temi come l'etica, per essere donne e uomini prima ancora che scienziati e imprenditori. Altrimenti, come ci ricorda Bertolt Brecht nella *Vita di Galileo*,[36] "se gli uomini di scienza [...] si limitano ad accumulare sapere per sapere, la scienza può rimanere fiaccata per sempre, e ogni nuova macchina non sarà fonte che di nuovi triboli per l'uomo. E quando, coll'andar del tempo, avrete scoperto tutto lo scopribile, il vostro progresso non sarà che un progressivo allontanamento dall'umanità".

Note di chiusura

1 Meadows D. H., D. L. Meadows, J. Randers, W. W. Behrens III, *I limiti alla crescita*, Lu.Ce, Massa 2018.
2 Barbieri Masini E., *The Legacy of Aurelio Peccei and the Continuing Relevance of the Anticipatory Vision*, Club of Rome, Roma 2006.
3 IPCC, *Global Warming of 1.5 ºC*, Report 2018.
4 Bastioli C., *Bioeconomia per la rigenerazione dei territori – Decarbonizzare l'economia e riconnetterla con la società si può*, Edizioni Ambiente, Milano 2018.
5 Prigogine I., *La fine delle certezze*, Bollati Boringhieri, Torino 1997.
6 Rockstrom J., M. Klum, *Grande mondo, piccolo pianeta*, Edizioni Ambiente, Milano 2015.
7 Commissione Europea, *Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni, Una bioeconomia sostenibile per l'Europa: rafforzare il collegamento tra economia, società e ambiente*, COM/2018/673 final.
8 Commissione Europea, Direzione generale per la ricerca e l'innovazione, *Final report of the High-Level Panel of the European Decarbonisation Pathways Initiative*, 2018.
9 Scholes R. J., I. R. Noble, "Storing Carbon on Land", *Science*, 2 novembre 2001, 294, 5544, 1012-1013.
10 FAO, ITPS, *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report*, Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy, 2015.
11 Commissione Europea, *Relazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni sull'Attuazione della strategia tematica per la protezione del suolo e attività in corso*, COM/2012/046 final.
12 CREA, *Siccità, degrado del territorio e desertificazione in Italia e nel mondo*, sintesi stampata della conferenza "Siccità, degrado del suolo e desertificazione in tutto il mondo" tenutasi all'Expo di Milano il 26 agosto 2015.
13 Lal R., "Potential of Desertification Control to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect", *Climatic Change*, ottobre 2001, 51, 1, 35-72.
14 Guiying L., X. Hualin, "Simulation of Regulation Policies for Fertilizer and Pesticide Reduction in Arable Land Based on Farmers' Behavior – Using Jiangxi Province as an Example", *Sustainability*, dicembre 2018, 11(1), 1-22.
15 Liu E. K., W. Q. He, C. R. Yan, "'White revolution' to 'white pollution' – agricultural plastic film mulch in China", *Environmental Research Letters*, 9 settembre 2014, 9, 9.
16 IPBES, *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*, 2019.
17 Commissione Europea, Direzione generale per la ricerca e l'innovazione, *Final report,* cit.
18 *Ibid*.
19 Soussana J. F., *et al*., "Matching policy and science: Rationale for the '4 per 1000 – soils for food security and climate' initiative, 2017", *Soil and Tillage Research*, maggio 2019, 188, 3-15.

20 Felipo M. T., "Compost as a source of Organic Matter in Mediterranean soils", in De Bertoldi M., P. Sequi, B. Lemmes, T. Papi (a cura di), *The science of Composting*, Blackie Academic & Professional, London, Glasgow, Wienheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras 1996.
21 Commissione Europea, *Relazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni sull'attuazione del piano d'azione per l'economia circolare*, COM(2019) 190 final.
22 Razza F., L. D'Avino, G. L'Abate, L. Lazzeri, "The Role of Compost in Bio-waste Management and Circular Economy", in Benetto E., K. Gericke, M. Guiton (a cura di), *Designing Sustainable Technologies, Products and Policies*, Springer, Cham 2018.
23 European Compost Network, *Bio-Waste generates Jobs*, 2016.
24 Shröder J. J., D. Cordell, A. L. Smit, A. Rosemarin, *Sustainable Use of Phosphorus*, Plant Research International, Wageningen UR, 2010.
25 Giavini M., C. Garaffa, M. Centemero, A. Confalonieri, *Italy towards zero organic waste in landfill*, Kyoto Club & Fondazione per lo sviluppo sostenibile, 2017.
26 Bastioli C., *Un approccio circolare alla bioeconomia. Un'opportunità per decarbonizzare l'economia e riconnetterla con la società*, Edizioni Ambiente, Milano 2016.
27 Giavini M., *et al.*, cit.
28 Si veda www.foodpolicymilano.org/cosa-e-la-milano-food-policy/.
29 Plastic Consult, *La filiera dei polimeri compostabili. Dati 2018 – Evoluzioni attese*, 2019.
30 Bertolini F., *Innovazioni e Food Packaging: scenari ed opportunità per i nuovi imballaggi compostabili*, Università Bocconi, risultati presentati a Cibus 2016 da Comieco.
31 Si veda www.embraced.eu/.
32 Ellen MacArthur Foundation, *New Plastics Economy*, 2017.
33 *Ibid*.
34 WWF, *Out of the plastic trap – Saving the Mediterranean from plastic pollution*, Report 2018.
35 Bastioli C., *Un approccio circolare alla bioeconomia*, cit.
36 Brecht B., *Vita di Galileo*, Einaudi, Torino 2005.

Realizzazione editoriale
Edizioni Ambiente

Finito di stampare nel mese di ottobre 2019
presso GECA S.r.l., San Giuliano Milanese (Mi)