PuntoSicuro

ARTICOLO DI PUNTOSICURO

Anno 27 - numero 5931 di Martedì 30 settembre 2025

Opportunità di innovazione nella bioeconomia

Un briefing che esplora innovazioni biologiche ad alto potenziale per la strategia UE sulla bioeconomia, connesse agli obiettivi su clima e biodiversità, offrendo indicazioni per politiche nazionali e regionali basate su dati europei e internazionali.

Messaggi chiave

- L'uso delle risorse in Europa supera la capacità interna. I 32 paesi membri dell'AEA forniscono solo circa la metà della biocapacità necessaria a sostenere i consumi attuali. Una bioeconomia sostenibile può ridurre la dipendenza dalle risorse esterne attraverso l'uso circolare della biomassa nazionale.
- I settori chiave sono all'origine dell'impatto ambientale, ma racchiudono anche un potenziale di origine biologica. Quasi il 30% delle pressioni ambientali e climatiche deriva da cinque settori chiave ? in particolare edilizia, alimentazione e trasporti ? in cui le alternative di origine biologica offrono opzioni sostenibili, favorendo la defossilizzazione.
- L'innovazione basata sulla biotecnologia sta guadagnando terreno. Una selezione di 23 innovazioni basate sulla biotecnologia evidenzia il potenziale per soluzioni di scalabilità che riducono l'uso di combustibili fossili e le pressioni ambientali, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi dell'UE in materia di clima e biodiversità.
- È necessario affrontare rischi e compromessi. L'approvvigionamento responsabile, la salvaguardia della biodiversità, l'impatto sull'uso del suolo e l'equità sociale necessitano di una governance solida.
- Le decisioni informate necessitano di prove concrete. Le analisi del ciclo di vita e dell'impatto, così come il coinvolgimento degli stakeholder, sono fondamentali per allineare l'innovazione agli obiettivi di sostenibilità.

I principali settori dell'UE che determinano l'impatto ambientale

Un'analisi di 65 settori economici nell'UE, utilizzando un approccio input-output multiregionale esteso dal punto di vista ambientale (EE-MRIO) (ETC BE, 2025), identifica i principali fattori che determinano il consumo di risorse e le emissioni di CO?. Questa analisi basata sull'impronta ecologica integra gli approcci territoriali (vedi Riquadro 1) assegnando la responsabilità delle emissioni e dell'impatto ambientale in base al principio del consumatore finale; l'approccio include quindi le importazioni transfrontaliere ed esclude le esportazioni. I risultati hanno evidenziato una sfida critica: gli ecosistemi della regione SEE-32 forniscono solo la metà della biocapacità necessaria per sostenere l'attuale utilizzo delle risorse. Questo squilibrio evidenzia una forte dipendenza da risorse esterne e una crescente esposizione alle interruzioni della catena di approvvigionamento globale.

Riquadro 1. Comprensione degli approcci di contabilità ambientale

Le pressioni ambientali, come le emissioni di $CO2_e$ l'uso delle risorse, possono essere misurate utilizzando diversi approcci contabili. Due metodi comunemente utilizzati sono:

- -La contabilità basata sull'impronta ecologica (basata sui consumi), come l'approccio input-output multiregionale esteso all'ambiente (EE-MRIO) utilizzato in questa analisi, tiene conto delle pressioni ambientali globali legate ai consumi all'interno di una regione. Questo include le emissioni e l'uso delle risorse derivanti dalle importazioni ed esclude quelli derivanti dalle esportazioni (ETC BE, 2025; EEA, 2023a).
- -La contabilità territoriale (basata sulla produzione), come quella utilizzata negli inventari dei gas serra dell'UE e della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), misura le emissioni e l'uso delle

risorse che si verificano all'interno dei confini di un paese o di una regione. Riflette ciò che viene prodotto a livello nazionale, indipendentemente dal luogo in cui i beni finali vengono consumati (UNFCCC, 2023; AEA, 2023a).

Ad esempio, se una maglietta viene prodotta in Asia e importata nell'UE, il metodo territoriale attribuirebbe l'impatto ambientale al paese produttore, mentre il metodo dell'impronta lo attribuirebbe al consumo nell'UE.

Gli approcci basati sull'impronta ecologica aiutano a identificare gli impatti sulla catena di approvvigionamento globale e forniscono un quadro più completo delle pressioni ambientali legate ai consumi nell'UE. Ciò vale in particolare per settori come il tessile, l'edilizia o l'elettronica, dove si verificano impatti significativi a monte al di fuori dei confini dell'UE.

Stima degli impatti ambientali: una panoramica basata sull'impronta ecologica

Quasi il 31% dell'impronta ecologica della regione SEE-32 *?* un indicatore generale per la domanda umana di sei componenti del territorio *?* è determinato da soli cinque dei 65 settori economici, con edilizia, alimentazione e trasporti che svolgono ruoli chiave (vedi Tabella 1). L'analisi dell'impronta mostra che queste tre attività economiche esercitano la maggiore pressione sulla capacità di sequestro del carbonio della Terra, seguite dalla capacità delle terre coltivate e delle foreste di produrre biomassa (ETC BE, 2025; Galli et al., 2023; Richardson et al., 2023). Tra i settori chiave, l'edilizia si distingue come uno dei principali contribuenti, con un impatto particolarmente elevato sia sull'impronta di carbonio che su quella forestale. Ciò riflette l'ampia domanda di risorse e le emissioni intrinseche nelle catene di approvvigionamento del settore edile, in particolare se valutato attraverso una lente basata sull'impronta che include gli impatti a monte oltre i confini dell'UE. Sebbene un indice relativo (ad esempio l'impronta pro capite o per unità di PIL) possa fornire ulteriori approfondimenti sulle pressioni ambientali, questa analisi si concentra principalmente su cifre assolute, evidenziando i paesi che generano gli impatti più elevati, che, come prevedibile, tendono a essere quelli con una popolazione più numerosa e un PIL più elevato. Nello specifico:

- -il settore delle costruzioni è responsabile del 9% dell'impronta ecologica totale, con Francia, Germania e Turchia come maggiori contributori;
- -le attività di alloggio, ristorazione e servizi rappresentano il 7%, con Italia, Germania e Francia come principali motori; e
- -i prodotti alimentari che non rientrano nei tipici sistemi di classificazione (ad esempio "non classificati altrove" o nec) contribuiscono per il 6%, trainati principalmente da Germania, Francia e Spagna (ETC BE, 2025).

Nel complesso, l'impronta ecologica è determinata dai paesi con la più elevata domanda ecologica totale, in particolare Germania, Francia e Turchia. I settori che determinano queste impronte nazionali esercitano anche una pressione significativa sulla biocapacità esterna; input chiave come la silvicoltura, i cereali e l'elettricità provengono prevalentemente da fonti esterne alla regione SEE-32 (ETC BE, 2025). Questa dipendenza da risorse provenienti dall'estero sottolinea la necessità di strategie di approvvigionamento più sostenibili e di una riduzione della dipendenza da paesi ad alto impatto ambientale (ad esempio Cina, Russia e Brasile). Una valutazione più approfondita dei contributi settoriali (Tabella 1) può orientare le politiche per affrontare queste sfide.

Tabella 1. Settori chiave che determinano l'impronta ecologica della regione SEE-32

Ecological f

Sectors

Construction
(9%)

Accommodation

Impronta di carbonio: emissioni da settori ad alto impatto

Le emissioni di carbonio rimangono una sfida fondamentale in Europa; cinque settori sono responsabili di oltre il 36% delle emissioni totali nella regione SEE-32 (vedi Tabella 1). L'impronta di carbonio, una misura delle emissioni di CO2 derivanti dalle attività umane, evidenzia come i settori che contribuiscono maggiormente siano l'edilizia, i trasporti e la produzione di energia elettrica .

Il settore delle costruzioni da solo rappresenta il 10% dell'impronta di carbonio della regione SEE-32, principalmente a causa di materiali ad alta intensità di carbonio come cemento e acciaio (vedi Tabella 1). L'impronta di carbonio è ulteriormente aggravata dalla sua forte dipendenza dall'elettricità e dai servizi di trasporto. Germania, Francia e Turchia sono i principali contributori, con la Germania che rappresenta il 16% delle emissioni della regione SEE-32 in questo settore, seguita dalla Francia con il 14% e dalla Turchia con il 12% (ETC BE, 2025).

Il settore dei trasporti segue da vicino, contribuendo per l'8% all'impronta di carbonio della regione SEE-32 (vedi Tabella 1). Anche in questo caso, Italia, Germania e Turchia sono in testa, con emissioni legate principalmente al trasporto interno e al consumo di petrolio. Sebbene la produzione di elettricità rappresenti meno dell'1% della domanda finale, la regione SEE-32 genera circa il 7% delle emissioni, principalmente a causa del continuo utilizzo di combustibili fossili nella produzione di energia, soprattutto in Germania, Polonia e Turchia (ETC BE, 2025).

Vale anche la pena notare che paesi come Cina e Russia contribuiscono indirettamente all'impronta di carbonio dell'Europa fornendo energia e materie prime a questi settori (ETC BE, 2025). Ridurre le emissioni in questi settori ad alto impatto richiederà sforzi mirati, ad esempio investendo in energie rinnovabili, efficienza energetica, promuovendo trasporti più puliti e utilizzando materiali da costruzione a basse emissioni di carbonio. Sebbene queste transizioni siano essenziali, è importante riconoscere che la produzione di tecnologie rinnovabili richiede di per sé un elevato consumo di risorse e che la loro impronta varia a seconda di dove e come vengono prodotte.

Impronta sui terreni agricoli: pressione sui terreni agricoli

Oltre alle emissioni, l'uso del suolo è un'altra dimensione critica dell'impatto ambientale. L'impronta dei terreni coltivabili ? una misura del terreno agricolo necessario a sostenere la produzione e il consumo ? nella regione SEE-32 è fortemente concentrata in pochi settori chiave. I primi cinque settori contribuiscono per oltre il 56% all'impronta totale dei terreni coltivabili (vedi Tabella 1), pur rappresentando solo il 9,2% della domanda finale complessiva di prodotti agricoli e beni fondiari della regione SEE-32.

Tra questi, il settore dei prodotti alimentari non alimentari (necessari per la produzione) presenta un'elevata intensità di coltivazione, ovvero utilizza una quantità relativamente elevata di terreno coltivabile per unità di prodotto. In combinazione con l'elevato volume di produzione totale, ciò si traduce nell'impronta totale di terreno coltivabile più elevata tra tutti i settori, pari al 18% dell'utilizzo totale di terreno coltivabile in tutti i settori (vedi Tabella 1). Non è solo l'intensità per unità di prodotto, ma anche la scala complessiva della produzione a determinare questa impronta. Questo settore è seguito dal settore delle attività ricettive, di ristorazione e di servizi, che contribuisce per l'11%, mentre il settore del grano contribuisce per poco più del 10% dell'utilizzo totale di terreno coltivabile (ETC BE, 2025). L'intensità di coltivazione del settore del grano è notevolmente superiore alla media di tutti i 65 settori, con un'intensità 139 volte superiore alla media ponderata del settore. Germania, Francia e Turchia contribuiscono in modo significativo all'impronta di terreno coltivabile nel settore dei prodotti alimentari non alimentari (necessari per la produzione); Spagna, Italia e Turchia sono i principali paesi nel settore ricettivo, di ristorazione e di servizi. La produzione di grano in Italia, Turchia e Germania dipende quasi interamente da fonti nazionali, il che evidenzia l'importanza della capacità agricola di ciascun Paese.

L'analisi della dipendenza rivela che la riduzione dell'impronta dei terreni agricoli nei settori dei prodotti alimentari (necessari per la produzione di beni alimentari) e dei settori dell'alloggio, della ristorazione e dei servizi richiederebbe investimenti mirati in settori come i semi oleosi, i cereali e il grano. Questo vale sia all'interno dei 32 paesi membri dell'SEE che a livello globale, in particolare in regioni al di fuori dell'SEE, come l'Ucraina e la Russia (ETC BE, 2025).

Impronta forestale: domanda di legname e legna da ardere

Oltre alle terre coltivabili, la domanda di risorse forestali illustra ulteriormente la pressione sugli ecosistemi. L'impronta forestale, che misura la domanda di beni e servizi da parte degli ecosistemi forestali, mostra che solo pochi settori chiave dominano nella regione SEE-32. I primi cinque settori rappresentano il 56% dell'impronta forestale totale (vedi Tabella 1), mentre la loro domanda finale rappresenta il 17,3% della domanda complessiva della regione SEE-32.

La silvicoltura e l'edilizia sono i maggiori contributori, rappresentando insieme oltre il 40% dell'impronta forestale. Il settore forestale da solo rappresenta il 22%, trainato dall'elevata domanda di risorse forestali; l'edilizia contribuisce per il 19%, influenzato dal significativo utilizzo di legno nel settore (ETC BE, 2025). Poiché i risultati dell'impronta si basano su una prospettiva di domanda finale, i contributi della silvicoltura e dei settori a valle come l'edilizia non si sovrappongono. Il settore manifatturiero (non manifatturiero) si colloca al quinto posto in questa analisi, ma fornisce un contributo molto più contenuto, inferiore al 6% (vedi Tabella 1).

Germania, Francia e Turchia sono attori chiave nel settore forestale; la maggior parte delle loro risorse forestali proviene dal mercato interno. Per quanto riguarda l'edilizia, Francia, Svezia e Finlandia sono i principali contributori, anch'essi fortemente dipendenti dalle risorse forestali locali. Nel settore manifatturiero, Germania, Francia e Turchia dipendono sia da risorse nazionali che esterne, in particolare da Polonia e Ucraina (ETC BE, 2025).

Per ridurre l'impatto ambientale delle foreste, sarà essenziale concentrarsi su pratiche forestali nazionali sostenibili e rafforzare i legami con i fornitori esterni, soprattutto per settori come l'edilizia e la produzione manifatturiera che dipendono da fonti nazionali ed esterne (ETC BE, 2025). Tali cambiamenti dovrebbero migliorare la resilienza della catena di approvvigionamento, ma ridurranno l'impatto ambientale solo se le pratiche di approvvigionamento stesse saranno più sostenibili.

Innovazioni basate sulla biologia nei settori chiave

Sulla base della precedente analisi settoriale, emergono costantemente diversi settori ad alto impatto nelle diverse componenti dell'impronta ambientale nella regione SEE-32, in particolare edilizia, alimentazione, agricoltura, trasporti ed energia. Questi settori non solo contribuiscono in modo significativo alle emissioni e alla pressione sul territorio (vedi Tabella 1), ma rappresentano anche aree strategiche in cui le innovazioni bio-based possono svolgere un ruolo trasformativo. Le alternative bio-based offrono sostituti sostenibili per materiali e processi convenzionali; possono supportare la transizione verso pratiche circolari e a basse emissioni di carbonio. Tuttavia, l'adozione su larga scala di queste innovazioni comporta delle sfide. Sebbene possano ridurre l'esaurimento delle risorse, le emissioni e la pressione sul territorio, possono anche avere conseguenze indesiderate, ad esempio cambiamenti nell'uso del suolo che riducono i pozzi di carbonio o minacciano la biodiversità (Kovacic et al., 2020). Un'attenta valutazione dei loro compromessi ambientali è quindi essenziale per garantire che contribuiscano positivamente agli obiettivi di sostenibilità.

Attraverso un processo di screening basato su un quadro di revisione dettagliato (cfr. ETC BE, 2025), sono stati utilizzati 26 parametri chiave suddivisi in quattro pilastri (ovvero contesto economico, contributi ambientali, impatto socioeconomico e potenziale di implementazione) per identificare e valutare le innovazioni basate sulle biotecnologie. Sono state selezionate circa 23 innovazioni per un'analisi dettagliata, che coprono le materie prime e i settori più importanti e con particolare attenzione alle innovazioni prossime al mercato. Queste innovazioni illustrative derivano da uno o più dei cinque tipi chiave di biomassa ? biomassa agricola, residui forestali, alghe marine, scarti della pesca e rifiuti industriali e urbani ? e sono implementate nei sei settori chiave che determinano l'impronta ecologica della regione SEE-32. La Figura 2 illustra queste connessioni, con le origini della biomassa mostrate a sinistra e la loro applicazione nei settori economici a destra. Le innovazioni selezionate sono state valutate in termini di scalabilità e potenziale nel ridurre le pressioni ambientali.

Figura 2. Elenco delle 23 innovazioni bio-based selezionate per l'analisi

Le innovazioni bio-based selezionate si basano su diverse fonti di biomassa identificate, molte delle quali derivano da rifiuti o sottoprodotti, offrendo soluzioni sostenibili e circolari in tutti i settori (vedi Figura 2, a sinistra). Il processo di selezione ha preso in considerazione potenziali compromessi per garantire che le innovazioni selezionate promettessero benefici ambientali, riducendo al minimo le conseguenze indesiderate (ETC BE, 2025). Queste fonti includono:

- -La biomassa agricola (otto innovazioni), la fonte più utilizzata, deriva da residui o scarti delle industrie primarie (ad esempio bagassa, pula, stover e stoppie) e scarti alimentari trasformati. Questa biomassa svolge un ruolo chiave nel fornire materiale alternativo e sostenibile.
- -I residui forestali (sei innovazioni) provengono dall'industria della carta e della cellulosa e dai sottoprodotti delle attività forestali. Questi materiali vengono riutilizzati per creare prodotti di origine biologica, riducendo gli sprechi derivanti dalle operazioni forestali.
- -Le alghe marine (sei innovazioni) fungono da biomassa primaria, offrendo materiali rinnovabili per varie applicazioni, tra cui biocarburanti e prodotti chimici di origine biologica.
- -Gli scarti della pesca (quattro innovazioni) sono costituiti da rifiuti provenienti dall'industria della pesca, come lische e squame di pesce, e contribuiscono all'uso sostenibile dei materiali e alla riduzione dei rifiuti derivanti dalle attività legate alla pesca.
- -I rifiuti industriali e urbani (tre innovazioni) includono fanghi urbani e rifiuti organici, che vengono riutilizzati per realizzare nuovi prodotti biologici, riducendo la pressione sulle discariche e migliorando la gestione dei rifiuti.

Queste diverse fonti di biomassa supportano l'implementazione di innovazioni basate sulla biotecnologia in molteplici settori, ciascuno con un impatto ecologico e un potenziale di sostenibilità distinti (vedi Figura 2, a destra). La trasformazione della biomassa in applicazioni settoriali specifiche dimostra la multifunzionalità e l'impatto trasversale delle soluzioni basate sulla biotecnologia (ETC BE, 2025), come riassunto di seguito:

- -Settore alimentare (11 innovazioni): l'area di applicazione più importante, che comprende prodotti alimentari trasformati di origine animale e vegetale. Secondo ETC BE (2025), circa il 60% e il 22% dell'impronta ambientale totale del settore sono attribuiti rispettivamente all'uso dei terreni agricoli e alle emissioni di carbonio. Queste cifre sottolineano il significativo impatto del settore sul territorio e sul clima. Le innovazioni basate sulla biotecnologia mirano a ridurre questi effetti attraverso tecniche di produzione e lavorazione più sostenibili.
- -Agricoltura (tre innovazioni): le innovazioni si concentrano sui biofertilizzanti e sulle pratiche agroforestali, che migliorano la salute del suolo e l'efficienza delle risorse, contribuendo a metodi agricoli più sostenibili.
- -Settore edile (tre innovazioni): i materiali da costruzione biologici contribuiscono a ridurre la dipendenza dai materiali tradizionali ad alta intensità di risorse e a migliorare la sostenibilità nelle pratiche di costruzione.
- -Industria tessile (cinque innovazioni): i materiali di origine biologica offrono alternative più sostenibili alle fibre sintetiche, come i tessuti a base di biopolimeri.
- -Settori dell'energia e dell'elettricità (sei innovazioni): le soluzioni basate sulla biologia includono l'implementazione di biogas e biocarburanti come fonti energetiche alternative, contribuendo a ridurre la dipendenza dai combustibili fossili.
- -Settore dei trasporti (due innovazioni): le soluzioni bioenergetiche per l'aviazione e la navigazione contribuiscono a soluzioni di mobilità più ecologiche e aiutano a ridurre le emissioni di carbonio in questi settori difficili da decarbonizzare.
- -Altri settori (tra cui i prodotti biochimici come le biomolecole e i biofertilizzanti, nonché i biopolimeri come le bioplastiche, sette innovazioni) assorbono una quota significativa delle innovazioni basate sulla biologia, offrendo alternative ecocompatibili ai materiali e ai prodotti chimici tradizionali.

La ricerca e il monitoraggio continui saranno essenziali per comprendere appieno gli impatti a lungo termine di queste innovazioni, in particolare in termini di biodiversità, occupazione e sostenibilità complessiva. Inoltre, la cooperazione internazionale e l'allineamento delle politiche saranno fondamentali per garantire che le soluzioni basate sulla biologia offrano significativi benefici ambientali senza comportare compromessi indesiderati.

Benefici ambientali delle innovazioni e loro allineamento con gli obiettivi di bioeconomia dell'UE

Per valutare in che modo i benefici ambientali delle innovazioni basate sulle biotecnologie si collegano a obiettivi di sostenibilità più ampi, è utile inserirli nel contesto strategico del quadro di riferimento in evoluzione dell'UE per la bioeconomia. Il Riquadro 2 delinea gli elementi chiave della strategia dell'UE per la bioeconomia e il suo allineamento con altre importanti

iniziative europee. Insieme, questi elementi forniscono un contesto essenziale per valutare la pertinenza e il potenziale impatto delle innovazioni alla luce degli obiettivi di bioeconomia dell'UE.

Riquadro 2. La strategia dell'UE per la bioeconomia: un quadro per l'innovazione sostenibile

La strategia dell'UE per la bioeconomia (CE, 2018) definisce la bioeconomia come l'insieme dei settori che dipendono dalle risorse biologiche ? agricoltura, silvicoltura, pesca e bioindustrie ? per produrre cibo, energia e materiali di origine biologica. Sostenibilità e circolarità sono centrali e promuovono il rinnovamento industriale, la tutela ambientale e la biodiversità. La strategia affronta anche i servizi ecosistemici e la gestione responsabile delle risorse, in linea con gli obiettivi della strategia dell'UE per l'economia circolare: riduzione dei rifiuti, efficienza delle risorse e produzione sostenibile.

Entro la fine del 2025, l'UE adotterà una strategia rivista per la bioeconomia , in linea con le iniziative europee recentemente realizzate o annunciate, come il programma di lavoro della Commissione, la bussola della competitività per l'UE , il Clean Industrial Deal , il Patto per gli oceani , la strategia per le scienze della vita e la strategia per le start-up e le scale-up .
La strategia rivista per la bioeconomia si concentrerà sulla competitività a lungo termine, sulla sicurezza degli investimenti e sull'approvvigionamento stabile di biomassa, all'interno dell'UE e a livello globale, promuovendo al contempo l'efficienza delle risorse e la circolarità. Mira a posizionare l'UE come leader nei materiali di origine biologica, nella biofabbricazione e nella biotecnologia, garantendo al contempo un uso sostenibile della biomassa entro i limiti ecologici. Nell'ambito di questo più ampio cambiamento, la visione per l'agricoltura e l'alimentazione (CE, 2025) rafforzerà il ruolo della bioeconomia nella trasformazione dell'agricoltura, della silvicoltura e dei sistemi alimentari. Mira a ridurre le dipendenze, sbloccare nuovi flussi di valore e stimolare la creazione di posti di lavoro rurali, garantendo che questi settori contribuiscano a un'economia più sostenibile e resiliente.

Il Centro di conoscenze per la bioeconomia della Commissione sostiene questa transizione fornendo dati e approfondimenti chiave per l'elaborazione di politiche basate su dati concreti. Questa base di conoscenze sosterrà l'attuazione efficace della strategia aggiornata dell'UE per la bioeconomia. Attraverso l'espansione delle biotecnologie e l'accelerazione della commercializzazione, la strategia sostiene il passaggio da fonti non rinnovabili a fonti rinnovabili, allineandosi al contempo ai principali obiettivi di sostenibilità, tra cui il Green Deal europeo (CE, 2019), la legge europea sul clima e la comunicazione della Commissione su biotecnologie e biofabbricazione.

Collocando le 23 innovazioni bio-based selezionate all'interno di questo quadro politico, il loro significato più ampio diventa più chiaro: non si tratta semplicemente di soluzioni tecnologiche, ma anche di fattori chiave per la transizione dell'Europa verso un'economia più sostenibile e resiliente. Queste innovazioni hanno il potenziale per alleviare le pressioni ambientali rispetto alle pratiche o ai prodotti attuali. Tali vantaggi (o potenziali benefici) sono mappati in una matrice qualitativa (Figura 3), che mostra come ciascuna innovazione si allinei con i cinque obiettivi della strategia dell'UE per la bioeconomia (2018) (celle di colore blu) e con i percorsi di trasformazione delineati da Stark et al. (2022) (celle di colore arancione). Questa matrice aiuta a visualizzare il contributo di queste innovazioni sia agli obiettivi di sostenibilità che ai cambiamenti sistemici nella bioeconomia. Tra i cinque obiettivi generali della bioeconomia, è particolarmente evidente che il maggior numero di innovazioni (14) contribuisce a "ridurre la dipendenza da risorse non rinnovabili e non sostenibili". Segue "la gestione sostenibile delle risorse naturali" (otto innovazioni). Questi obiettivi sono particolarmente rilevanti per settori come l'edilizia, la chimica e l'energia.

Per quanto riguarda i percorsi di trasformazione strategica, "l'aumento dell'efficienza nell'uso della biomassa e i nuovi utilizzi della biomassa" ricevono la maggiore attenzione (12 innovazioni), poiché molte innovazioni si concentrano sull'utilizzo di sottoprodotti e rifiuti. Il percorso "la sostituzione delle risorse fossili con alternative di origine biologica" segue da vicino (nove innovazioni), riflettendo il passaggio a materiali di origine biologica più sostenibili. Il percorso meno rappresentato è "l'aumento della produttività del settore primario", che è affrontato da due innovazioni, in particolare l'agroforestazione e la coltivazione di alghe.

Esiste una lacuna critica nella conoscenza degli impatti occupazionali derivanti dall'estensione su larga scala di queste innovazioni; sono disponibili valutazioni occupazionali solo per un'innovazione (i materiali in legno nell'edilizia). Tuttavia, l'accettazione sociale, in particolare in relazione ai cambiamenti comportamentali e di consumo, sembra essere valutata più frequentemente o può essere desunta da altre fonti bibliografiche (ETC BE, 2025).

Figura 3. Matrice che mostra la concordanza di ciascuna innovazione con i cinque obiettivi della bioeconomia e i quattro percorsi trasformativi

Five bioeconomy objectives

BO1 Ensuring food and nutrition security
BO2 Managing natural resources sustainably
BO3 Reducing dependence on non-renewable, unsustain
BO4 Mitigating and adapting to climate change
BO5 Strengthening EU competitiveness and creating job

1	Lignin-based asphalt
2	Agro-waste as building material
3	Wood as sustainable material in construction
4	Natural biopolymers extracted from plant leftovers generation of bio-circular and plastic-free materials
5	Bio-based and biodegradable polymers (PLA and P used for bio-plastics
6	Macroalgae cultivation for nutrient removal
7	Macroalgae biorefinery for bio-energy, food and feed, and bio-chemicals
8	Macro algae and mussel for nutrients removal from WWTP effluent

Sfide e scalabilità delle innovazioni basate sulla biologia

Le innovazioni basate sulla bioeconomia svolgono un ruolo fondamentale nel raggiungimento degli obiettivi della strategia dell'UE per la bioeconomia (2018), riducendo la dipendenza da risorse non rinnovabili attraverso l'utilizzo di scarti alimentari, residui agricoli e sottoprodotti forestali. Alcune innovazioni, come i carburanti alternativi per l'aviazione e la produzione di biopolimeri dai rifiuti urbani, affrontano il cambiamento climatico riducendo le emissioni di carbonio e rafforzando al contempo la competitività europea attraverso lo sviluppo di bioindustrie ad alto valore aggiunto.

Le alghe, una materia prima fondamentale, supportano le bioraffinerie, la bioenergia e la produzione alimentare e chimica sostenibile. Queste innovazioni seguono due percorsi trasformativi: migliorare l'efficienza della biomassa e sviluppare nuove applicazioni per sostituire le risorse fossili (ETC BE, 2025). Tuttavia, nonostante il loro potenziale, le innovazioni basate sulle alghe spesso si trovano ad affrontare sfide legate alla competitività economica, in particolare se confrontate con fonti di biomassa più consolidate e alternative fossili. Questi vincoli ne limitano l'adozione su larga scala e l'integrazione nel mercato.

La valutazione di 23 innovazioni bio-based nella regione SEE-32 rivela disparità nei livelli di maturità. I ??paesi del Nord Europa (ad esempio Germania, Polonia, Paesi Bassi e paesi scandinavi) sono in testa nell'implementazione, mentre l'Europa meridionale è in ritardo, con alcune eccezioni come le bioplastiche ricavate da piume di pollame in Francia, l'asfalto a base di lignina in Spagna e i materiali a base di legno in Slovenia. Alcune innovazioni, come le macroalghe per il trattamento delle acque reflue, rimangono in fasi iniziali di sviluppo, principalmente limitate a test di laboratorio. Una migliore collaborazione e un maggiore scambio di conoscenze in tutta Europa accelererebbero l'implementazione su larga scala e colmerebbero le lacune regionali (ETC BE, 2025).

Diversi fattori chiave influenzano la scalabilità delle innovazioni basate sulle biotecnologie, descritti di seguito:

- -Sebbene molte tecnologie siano tecnicamente scalabili, la fattibilità economica rimane una sfida a causa degli elevati costi di produzione e della limitata adozione sul mercato. Ottimizzazione dei processi, incentivi politici e strategie di riduzione dei costi sono necessari per migliorare la competitività.
- -Sebbene le soluzioni basate sulla biotecnologia abbiano il potenziale per ridurre l'impatto climatico e il cambiamento dell'uso del suolo, permangono lacune nella valutazione dei loro effetti sulla biodiversità e sui servizi ecosistemici. Alcune materie prime, come le alghe e gli scarti ittici, presentano rischi ecologici se non gestite in modo sostenibile. L'implementazione su larga scala potrebbe comportare compromessi, come l'aumento delle pressioni di estrazione della biomassa (EEA, 2023b).
- -Molte innovazioni si basano su rifiuti organici limitati o geograficamente dispersi, il che pone sfide logistiche. Alcune materie prime, come i residui agricoli, possono anche competere con le esigenze di salute del suolo. Sono necessari dati regionali più precisi e un migliore coordinamento della catena di approvvigionamento per previsioni accurate e un approvvigionamento sostenibile.
- -Sebbene queste innovazioni abbiano un potenziale di creazione di posti di lavoro, mancano valutazioni d'impatto dettagliate. Per un'adozione diffusa, è necessario affrontare la percezione pubblica e le barriere normative. Alcuni materiali derivati ??da rifiuti organici, come le proteine ??di insetti o i sottoprodotti dell'industria ittica, potrebbero incontrare resistenze dovute alle preferenze culturali e dei consumatori, richiedendo campagne di sensibilizzazione e adeguamenti normativi (ETC BE, 2025).

Le 23 innovazioni bio-based valutate abbracciano sei settori: edilizia, alimentazione, agricoltura, trasporti, energia e tessile. Queste innovazioni sono più diffuse o più necessarie nei paesi più grandi dell'EEA-32, come Francia, Germania, Italia, Spagna e Turchia, che svolgono un ruolo significativo nel determinare l'impronta ecologica e il potenziale di innovazione. L'espansione delle innovazioni bio-based nell'Europa meridionale richiede investimenti mirati e una migliore condivisione delle conoscenze per affrontare le disparità esistenti in termini di infrastrutture, disponibilità di finanziamenti e attuazione delle politiche. Inoltre, la riduzione dell'impronta ecologica dell'EEA-32 potrebbe richiedere sforzi coordinati al di fuori della regione, date le interconnessioni globali delle catene di approvvigionamento e la dipendenza dalle risorse (ETC BE, 2025).

La sostituzione di prodotti fossili con alternative di origine biologica può comportare compromessi, come la perdita di biodiversità e la pressione sugli ecosistemi dovuta all'aumento dell'estrazione di biomassa (EEA, 2023b). Alcune strategie, come

l'utilizzo di scarti alimentari e sottoprodotti forestali, riducono il consumo di risorse, ma un'implementazione su larga scala può comunque avere un impatto sugli ecosistemi. Le innovazioni che si basano sulla biomassa agricola e forestale devono gestire attentamente i rischi per la salute del suolo e la biodiversità. Analogamente, la conversione della biomassa marina in alimenti, come la polpa di pesce e il surimi, ha un forte potenziale economico, ma richiede valutazioni di impatto ambientale più chiare.

La biomassa algale si mostra promettente in quanto non compete per i terreni agricoli e favorisce l'estrazione dei nutrienti. Tuttavia, sono necessari ulteriori studi per valutarne l'impatto a lungo termine sugli ecosistemi marini, gli input energetici richiesti per i processi di bioraffinazione e i potenziali compromessi nella produzione su larga scala. Comprendere le soglie di sostenibilità per le innovazioni basate sulle biotecnologie è fondamentale per garantirne la fattibilità a lungo termine (Tan e Lamers, 2021).

Per raggiungere una bioeconomia sostenibile è necessario:

- -ulteriori ricerche per comprendere gli impatti sulla biodiversità, i servizi ecosistemici e le opportunità di creazione di posti di lavoro;
- applicazione di analisi di scenari "what if" per valutare gli effetti ambientali su larga scala e per aiutare ad anticipare e mitigare i rischi di compromessi imprevisti, anche a lungo termine; e
- -Catene di fornitura sostenibili e pratiche di distribuzione delle risorse che integrino innovazioni sociali, organizzative e strutturali per ridurre al minimo la concorrenza tra le risorse. In questo contesto, è fondamentale il coinvolgimento di diversi gruppi di stakeholder, come governi, operatori del settore e istituti di ricerca.

Sebbene le innovazioni basate sulla biologia favoriscano la decarbonizzazione e la sostenibilità, la loro espansione deve essere gestita con attenzione per evitare impatti negativi sulla sicurezza alimentare e sugli habitat naturali. L'applicazione di principi di innovazione responsabile, come il coinvolgimento degli stakeholder, la valutazione d'impatto e l'elaborazione di politiche consapevoli, può contribuire a bilanciare la crescita economica con il benessere ambientale e sociale, garantendo la sostenibilità a lungo termine (ETC BE, 2025).

Fonte: EEA

Licenza Creative Commons