



PROGETTO UE SYMBIOS

Progetto n. 2024-1-PT01-KA220-VET-000253813

IATA, CSIC – ATTIVITÀ WP 2.4

Rapporto di analisi dei fabbisogni

Settore alimentare – Indagini e interviste

Giugno 2026

Redatto da: IATA, CSIC

Indice

1.	2	
2.	3	
2.1	4	
2.2	Approccio generale delle interviste	4
	STUDIO I. Analisi dei fabbisogni con interviste approfondite all'industria alimentare	4
	STUDIO II. Analisi dei fabbisogni con interviste approfondite. Opinione degli accademici sulla simbiosi industriale nel settore alimentare	6
3.	8	
3.1.	Risultati dell'indagine per il settore alimentare	8
3.2.	Risultati delle interviste approfondite	21
	STUDIO I. Analisi dei fabbisogni con interviste approfondite all'industria alimentare	21
	STUDIO II. Analisi dei fabbisogni con interviste approfondite. Opinione degli accademici sulla simbiosi industriale nel settore alimentare	31
4.	40	
4.1.	Il quadro legislativo dell'Unione europea in materia di economia circolare e rifiuti	38
4.2.	Legislazione UE specifica per il settore agroalimentare rilevante per la simbiosi industriale	39
5.	44	
	Riferimenti bibliografici	43

1. Introduzione

La simbiosi industriale (SI), definita come lo scambio collaborativo di materiali, energia, acqua e sottoprodotti tra industrie, è emersa come strategia chiave per sostenere le transizioni verso l'economia circolare e migliorare l'efficienza delle risorse nel settore alimentare. L'industria alimentare genera quantità significative di rifiuti organici, acque reflue e sottoprodotti sottoutilizzati, che possono potenzialmente essere valorizzati attraverso sinergie con altri attori industriali (Chertow, 2000; Mirabella et al., 2014). Negli ultimi anni, le crescenti pressioni ambientali, le normative più severe e gli impegni di sostenibilità hanno spinto le aziende alimentari a esplorare le pratiche di SI come mezzo per ridurre i costi, minimizzare i rifiuti e creare ulteriori flussi di valore.

Nonostante i riconosciuti benefici ambientali ed economici, l'attuazione della SI nell'industria alimentare rimane limitata. Studi precedenti indicano che barriere quali la mancanza di fiducia tra le aziende, la conoscenza tecnologica insufficiente, i vincoli logistici, la complessità normativa e i limitati incentivi economici ostacolano lo sviluppo di collaborazioni simbiotiche efficaci (Costa & Ferrão, 2010; Albino et al., 2015). Inoltre, molti studi si sono concentrati principalmente sulla fattibilità tecnica e sui quadri politici, mentre minore attenzione è stata dedicata alle percezioni, alle motivazioni e ai bisogni pratici degli stakeholder dell'industria alimentare stessi.

Inoltre, comprendere come le aziende alimentari percepiscono la simbiosi industriale è essenziale per individuare i fattori che ne influenzano l'adozione e la sostenibilità nel lungo periodo. Persiste una significativa lacuna di conoscenza riguardo alle barriere specifiche incontrate dalle aziende, nonché ai meccanismi di supporto e alle risorse di cui hanno bisogno per attuare efficacemente le strategie di SI. Pertanto, condurre interviste con gli

attori dell'industria alimentare rappresenta un passo importante per ottenere una comprensione più approfondita degli atteggiamenti organizzativi, delle sfide operative e dei bisogni di collaborazione. Tale ricerca qualitativa può contribuire allo sviluppo di politiche, modelli di business e meccanismi di facilitazione più mirati, che promuovano la simbiosi industriale nel settore alimentare. Per questo motivo, condurre interviste con ricercatori accademici è essenziale per approfondire la conoscenza su diverse questioni irrisolte legate alla simbiosi industriale nell'industria alimentare. Queste comprendono l'individuazione di buone pratiche per la riduzione dei rifiuti e il riutilizzo dei sottoprodotti; la comprensione di esempi riusciti di scambi di risorse tra settori; l'esplorazione di traiettorie di innovazione quali le biotecnologie e le tecniche di trasformazione circolare; l'analisi delle collaborazioni tra settore alimentare e non alimentare; e la valutazione di come le certificazioni di sostenibilità e le politiche dell'Unione europea influenzino l'adozione della simbiosi industriale. Inoltre, le interviste ai ricercatori possono fornire indicazioni sugli studi esistenti relativi all'abbinamento tra domanda e offerta dei flussi di rifiuti alimentari, sugli approcci efficaci per superare le barriere all'adozione, sulle competenze richieste ai manager dell'industria alimentare e sullo sviluppo di modelli di simbiosi industriale adattabili, comprese piattaforme digitali di matching, architetture di catene da rifiuto a valore e quadri di replicazione.

Pertanto, il coinvolgimento diretto dei ricercatori tramite interviste qualitative può contribuire a una comprensione più completa delle condizioni abilitanti, dei meccanismi di governance e dei percorsi di innovazione necessari per rafforzare le pratiche di simbiosi industriale nel settore alimentare. Tali conoscenze sono fondamentali per sostenere future iniziative collaborative, tra cui lo sviluppo del modello del progetto Symbios e di altre strategie di economia circolare in Europa.

2. Metodologia

2.1 Approccio generale dell'indagine per il settore alimentare

L'indagine è stata inviata ai rappresentanti delle aziende dei tre paesi in cui hanno sede i partner SYMBIOS del settore agroalimentare (Spagna, Italia e Slovenia), con l'obiettivo di ottenere un minimo di 10 risposte per paese, in conformità con il rapporto di progetto

L'indagine era suddivisa in 5 sezioni e l'analisi delle risposte ottenute è stata condotta nel seguente ordine:

Sezione A. Profilo aziendale

Sezione B. Processo produttivo

Sezione C. Gestione dei rifiuti e pratiche circolari

Sezione D. Barriere e vincoli normativi

Sezione E. Fabbisogni di competenze e formazione

L'allegato I riporta le domande dell'indagine e le relative opzioni di risposta.

L'indagine è stata creata con l'applicazione Google Forms e il link è stato distribuito via e-mail ai potenziali partecipanti delle aziende del settore agroalimentare. È stata diffusa nel primo trimestre del 2026. Ciascun partner ha tradotto l'indagine nella propria lingua per facilitare la partecipazione dei rispondenti. Una volta raccolte dieci risposte per ciascun paese, i dati sono stati esportati in un foglio di calcolo Excel, tradotti nuovamente in inglese e riuniti in un unico foglio per l'analisi congiunta.

Per l'analisi statistica è stato utilizzato IBM SPSS versione 30.0.0.0.

2.2 Approccio generale delle interviste

La ricerca è stata strutturata in due studi complementari, dedicati all'analisi dei fabbisogni e alle prospettive degli stakeholder sulla simbiosi industriale nel settore alimentare. Lo Studio I ha indagato i bisogni e le percezioni degli stakeholder dell'industria alimentare,

mentre lo Studio II ha esplorato le opinioni degli esperti accademici. Di conseguenza, le sezioni Materiali e metodi e Risultati sono organizzate e presentate separatamente per ciascuno studio.

STUDIO I. Analisi dei fabbisogni con interviste approfondite all'industria alimentare

Selezione dei partecipanti

Lo studio ha incluso interviste condotte in tre paesi europei (Slovenia: 3 interviste; Italia: 2 interviste; Spagna: 1 intervista) con diversi livelli di esperienza e sviluppo nelle pratiche di simbiosi industriale.

Interviste qualitative

I dati sono stati raccolti attraverso interviste semi-strutturate condotte online tra i mesi di gennaio 2026 e maggio 2026. Le interviste sono durate circa 45–60 minuti, si sono svolte nella lingua locale e sono state poi tradotte in inglese.

Il protocollo di intervista è stato concepito per esplorare le pratiche attuali, i percorsi di innovazione, i meccanismi di collaborazione, le barriere e le condizioni abilitanti per la simbiosi industriale nel settore alimentare.

Le domande poste sono state le seguenti:

- Può illustrare le buone pratiche di simbiosi industriale nel settore alimentare, con particolare riferimento alla riduzione dei rifiuti o al riutilizzo dei sottoprodotti?

- Condividi esempi di scambi di risorse tra settori che utilizzano sottoprodotti alimentari (ad es. bucce, oli o rifiuti di imballaggio) e che hanno generato benefici economici o ambientali.
- Quali sono le principali traiettorie di innovazione per le pratiche simbiotiche nella produzione alimentare, come le biotecnologie o le tecniche di trasformazione circolare?
- Quali esempi esistono di costruzione di relazioni simbiotiche nell'industria alimentare, come le collaborazioni tra trasformatori alimentari e settori non alimentari?
- Esistono studi che analizzano l'equilibrio tra domanda e offerta dei rifiuti della trasformazione alimentare (ad es. vinacce, siero di latte, bucce) rispetto ai fabbisogni di risorse di altre industrie e come potrebbero orientare il modello di collaborazione di Symbios?
- In che modo le certificazioni di sostenibilità o le politiche dell'UE hanno promosso innovazioni simbiotiche nel settore alimentare?
- In base alle sue ricerche, quali sfide di adozione nella simbiosi alimentare (ad es. la complessità della catena di fornitura) sono state affrontate con successo?
- Quali condizioni (competenze, strumenti, partnership, chiarezza normativa) sarebbero più importanti per sviluppare ulteriormente le pratiche di simbiosi industriale?
- Quali logiche di fondo, meccanismi ed elementi costitutivi della simbiosi nel settore alimentare potrebbero essere integrati dai partner di Symbios nel proprio modello di progetto (ad es. architetture di catene da rifiuto a valore, piattaforme digitali di matching, modelli di contratti di lungo periodo o quadri di replicazione)? Può consigliare modelli simbiotici adattabili provenienti dal settore alimentare?
- Quali competenze metterebbero i manager dell'industria alimentare in grado di rendere operativa la simbiosi industriale?

Analisi dei dati

Tutte le interviste sono state trascritte, tradotte in inglese e analizzate mediante analisi tematica. I dati raccolti sono stati successivamente raggruppati in categorie tematiche più ampie, relative all'attuazione della simbiosi industriale nel settore alimentare.

STUDIO II. Analisi dei fabbisogni con interviste approfondite. Opinione degli accademici sulla simbiosi industriale nel settore alimentare

Questo studio ha adottato un disegno di ricerca qualitativo basato su interviste approfondite semi-strutturate con esperti accademici che operano nel campo della simbiosi industriale nel settore alimentare.

Selezione dei partecipanti

Lo studio si è concentrato su tre paesi europei con livelli diversi di sviluppo della simbiosi industriale e strutture differenti dell'industria alimentare: Spagna, Slovenia e Italia.

Sono state condotte in totale cinque interviste:

- Tre interviste con accademici con sede in Spagna
- Un'intervista con un accademico con sede in Slovenia
- Un'intervista con un accademico con sede in Italia

Raccolta dei dati

I dati sono stati raccolti attraverso interviste approfondite strutturate, condotte tra gennaio 2026 e aprile 2026. La traccia dell'intervista comprendeva domande relative a:

- Definizioni e percezioni della simbiosi industriale nel settore alimentare
- Iniziative e collaborazioni di simbiosi industriale esistenti
- Barriere e fattori trainanti per l'attuazione
- Quadri politici e istituzionali
- Coinvolgimento degli stakeholder e governance
- Opportunità di collaborazione intersettoriale e transfrontaliera
- Prospettive future per le pratiche di economia circolare nei sistemi alimentari

Analisi dei dati

Le trascrizioni delle interviste in inglese sono state analizzate mediante analisi tematica.

3. Risultati

3.1. Risultati dell'indagine per il settore alimentare

Da ciascun paese sono pervenute 10 risposte, per un totale di 30 ai fini dell'analisi. I risultati sono presentati e discussi di seguito, organizzati per sezione.

Sezione A. Profilo aziendale

Sul totale delle aziende partecipanti, il 47% era di grandi dimensioni, il 33% di medie dimensioni e il 20% di piccole dimensioni. I ruoli dei rispondenti erano piuttosto eterogenei, con una maggiore quota di responsabili della qualità e dello sviluppo (cfr. Figura 1)

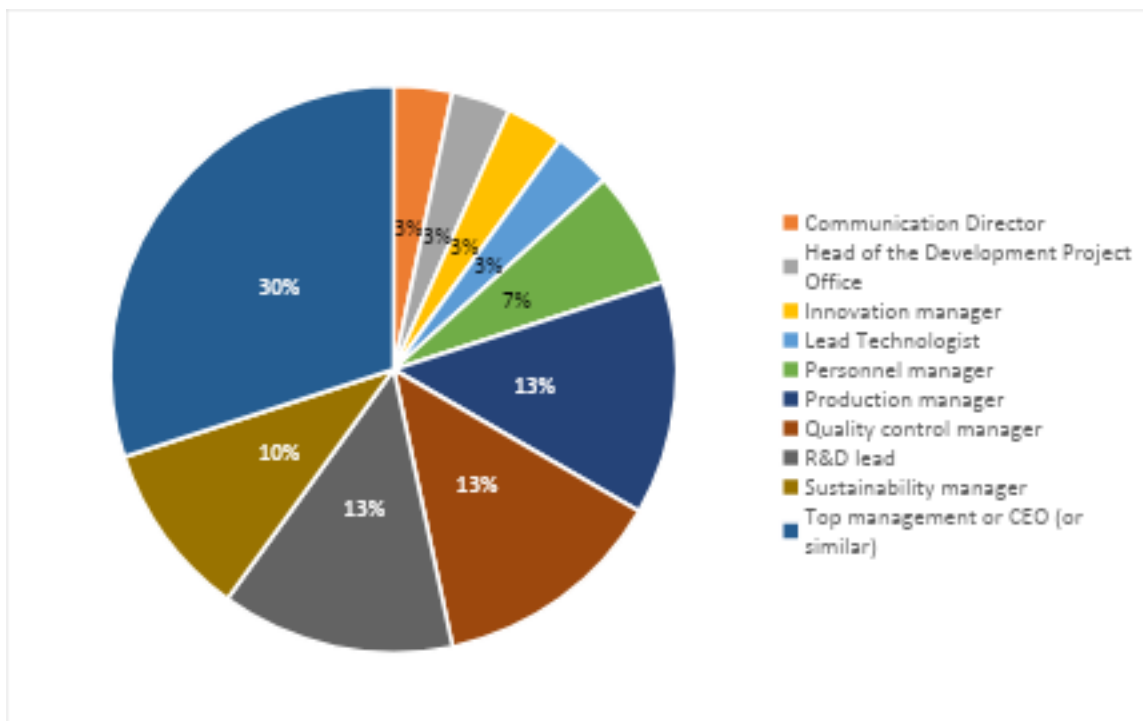


Figura 1. Ruoli dei rispondenti nelle aziende

Anche i settori agroalimentari serviti dalle aziende erano diversificati (Figura 2), con una prevalenza dei settori bevande, cereali e frutta e verdura. Per quanto riguarda i mercati serviti dalle aziende, si tratta principalmente di mercati nazionali, seguiti dai mercati europei (Figura 3).

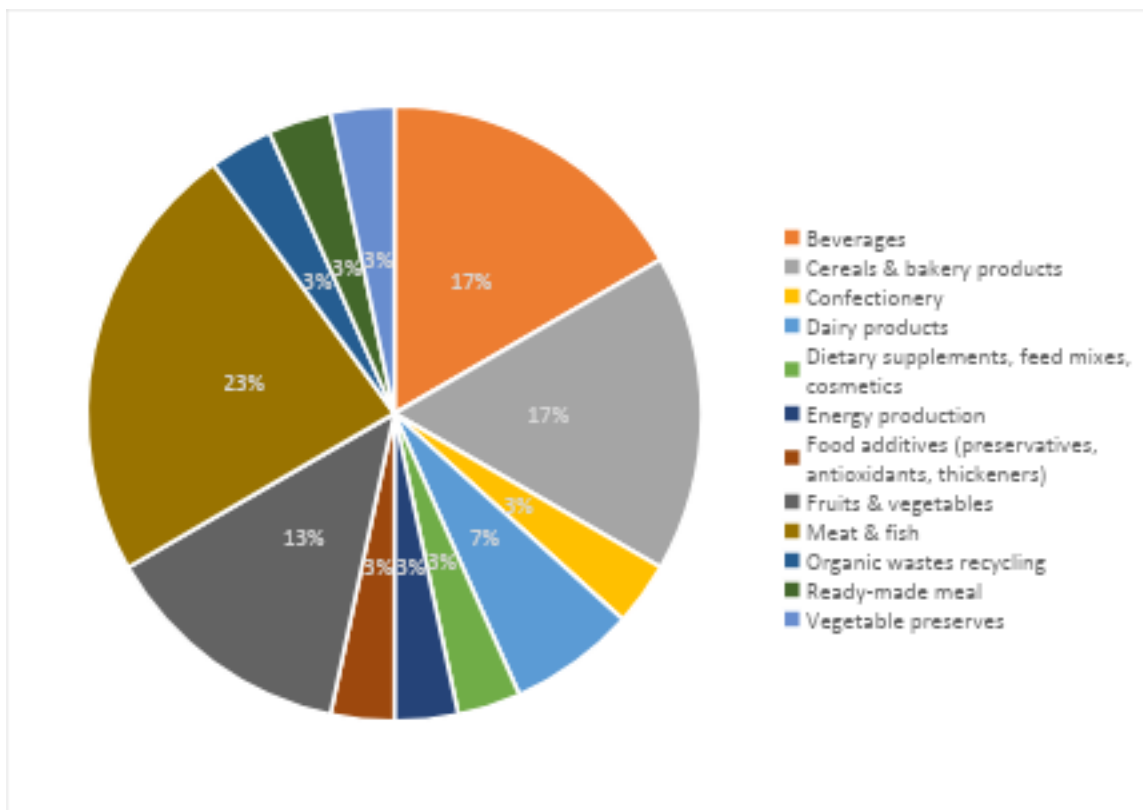


Figura 3. Sottosettore alimentare delle aziende partecipanti all'indagine

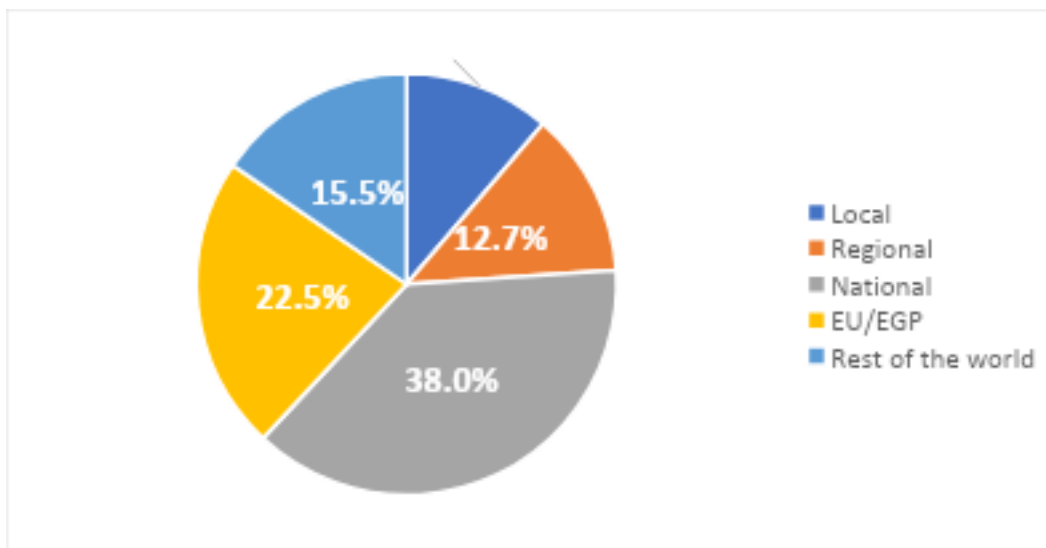


Figura 4. Principali mercati serviti dall'azienda

Per quanto riguarda gli standard, i sistemi di gestione o gli schemi ambientali attuati dalle aziende (Figura 5), prevale la norma ISO 14001, uno standard internazionale che consente alle aziende di dimostrare il proprio impegno per la tutela dell'ambiente. Tale impegno si manifesta attraverso la gestione dei rischi ambientali associati alle loro attività. Una percentuale elevata ha dichiarato di non attuarne alcuno. In ogni caso, sulla base di questi dati, è chiaro che le aziende sono attente all'ambiente e ai rifiuti generati.

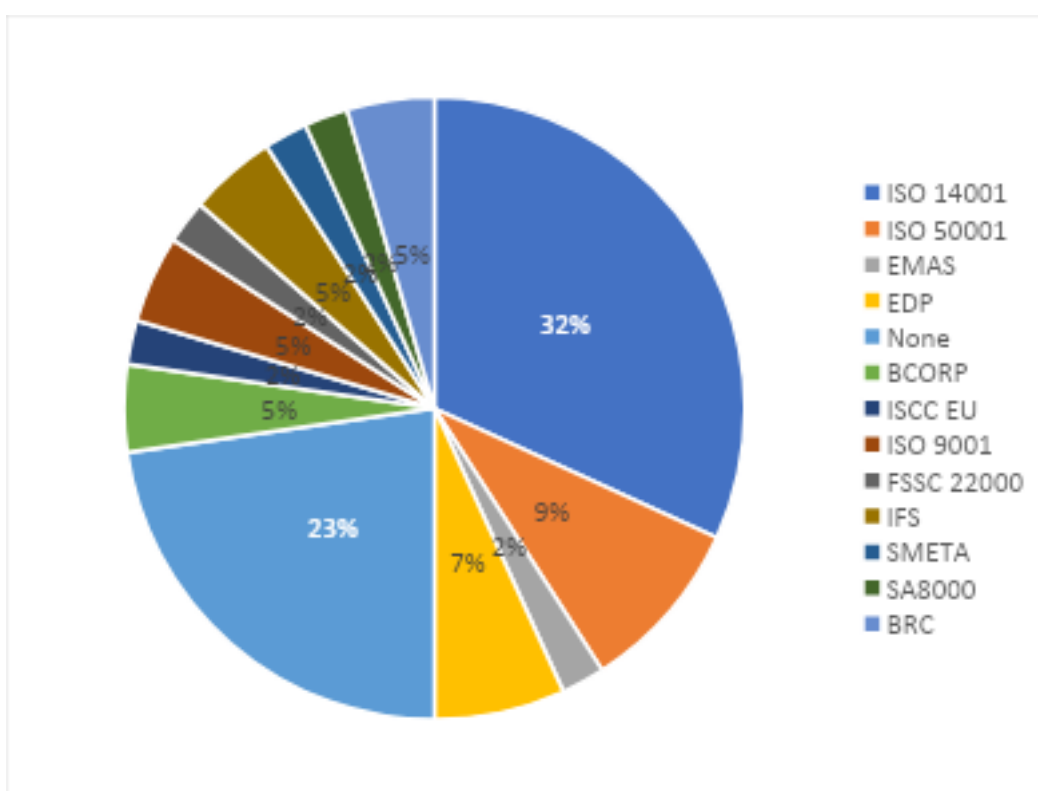


Figura 5. Standard, sistemi di gestione o schemi ambientali attuati nelle aziende

SEZIONE B. Processo produttivo

Per quanto riguarda il tipo di processo produttivo, il 7% ha dichiarato di svolgere processi misti, il 43% la trasformazione primaria e il 51% la trasformazione secondaria. Quanto ai tipi di sottoprodotti generati, si tratta prevalentemente di rifiuti organici (39%) e rifiuti di

imballaggio (29%), seguiti da acque reflue (24%) e da una piccola percentuale costituita da una miscela dei precedenti.

Circa il 70% delle aziende riutilizza internamente sottoprodotti, energia o acque reflue (Figura 6)

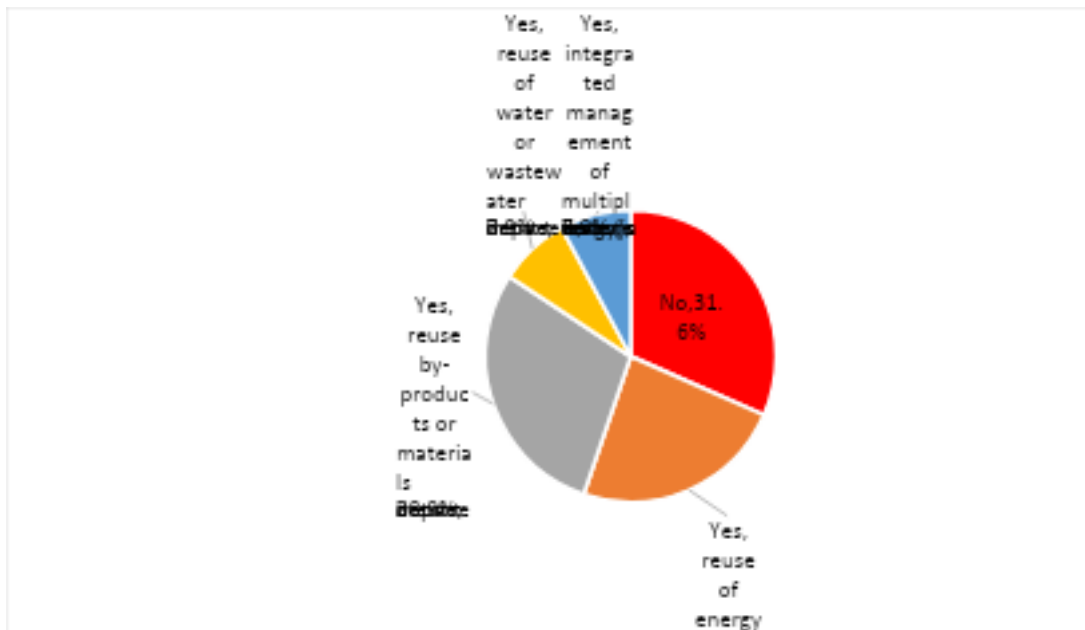


Figura 6. Attuazione di pratiche interne di simbiosi industriale tra reparti o unità produttive

SEZIONE C. Gestione dei rifiuti e pratiche circolari

I sottoprodotti generati dalle aziende sono gestiti in modi diversi, a seconda della loro natura e del loro potenziale di riutilizzo e riciclo. Vale la pena notare che solo il 17% viene inviato allo smaltimento (Figura 7).

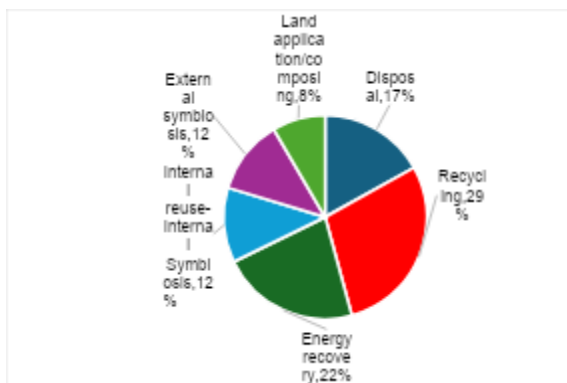


Figura 7. Destinazione attuale dei sottoprodotti sopra citati

Per quanto riguarda l'esistenza di partnership per la valorizzazione dei sottoprodotti, solo il 9% ha dichiarato di avere una partnership stabile e di lungo termine, il 37% ha accordi formali con partner selezionati e il 30% ha risposto di svolgere tali attività solo in modo occasionale e informale.

I rispondenti hanno dichiarato che il livello di monitoraggio interno dei flussi di rifiuti e sottoprodotti era avanzato (53%; monitoraggio quantitativo e sistematico), il 40% ha affermato di applicare un monitoraggio di base (dati qualitativi o parziali) e in pochi casi (7%) di aver implementato sistemi di monitoraggio con supporto digitale)

Sezione D. Barriere e vincoli normativi

Per quanto riguarda i principali ambiti normativi che incidono sulla gestione di rifiuti e sottoprodotti, la sicurezza alimentare e l'ambiente hanno rappresentato rispettivamente il 32% e il 33% (Figura 8), in accordo con le risposte precedenti.

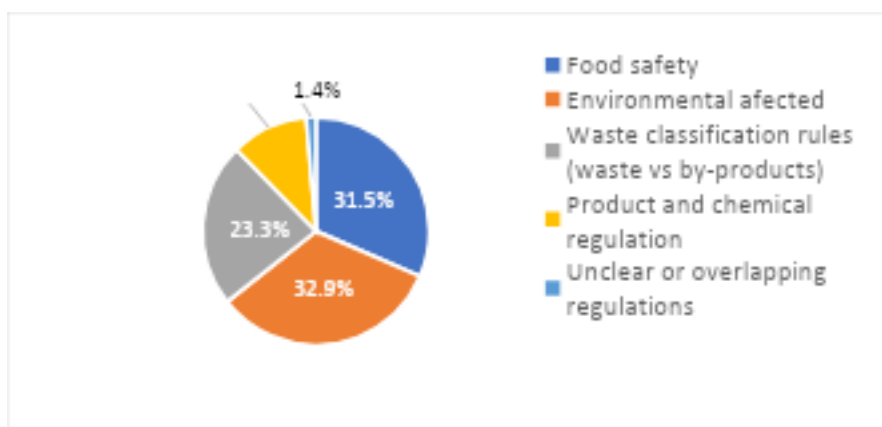


Figura 8. Principali ambiti normativi che incidono sulla gestione dei rifiuti e dei sottoprodotti

Una delle principali barriere normative è l'onere amministrativo legato a permessi e autorizzazioni, nonché il costo della conformità (Figura 9).

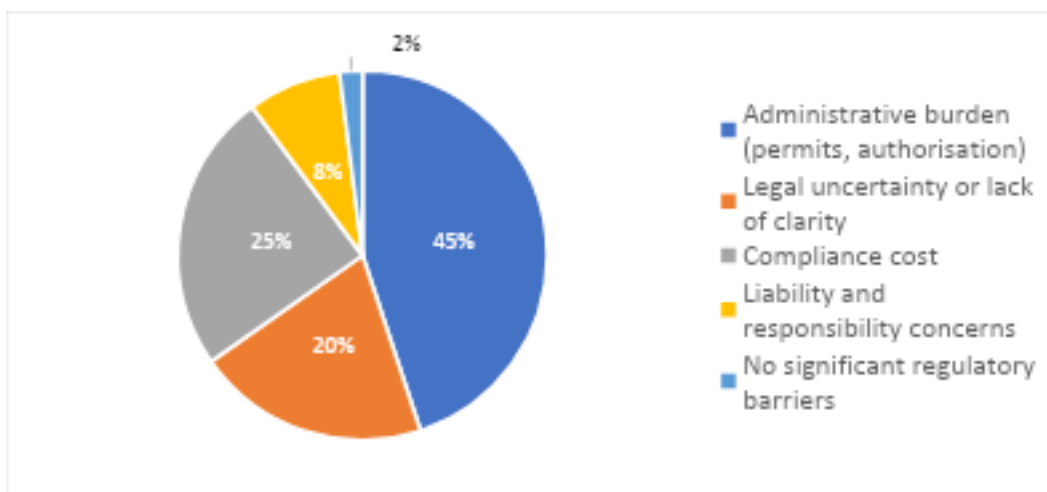


Figura 9. Principale tipo di barriera normativa incontrata dalle aziende

Alla domanda in quale misura i requisiti di SSL (salute e sicurezza sul lavoro) relativi a rischi biologici, chimici o di processo limitino il riutilizzo o lo scambio dei sottoprodotti, solo il 10% ha risposto che incidono in modo significativo (Figura 10).

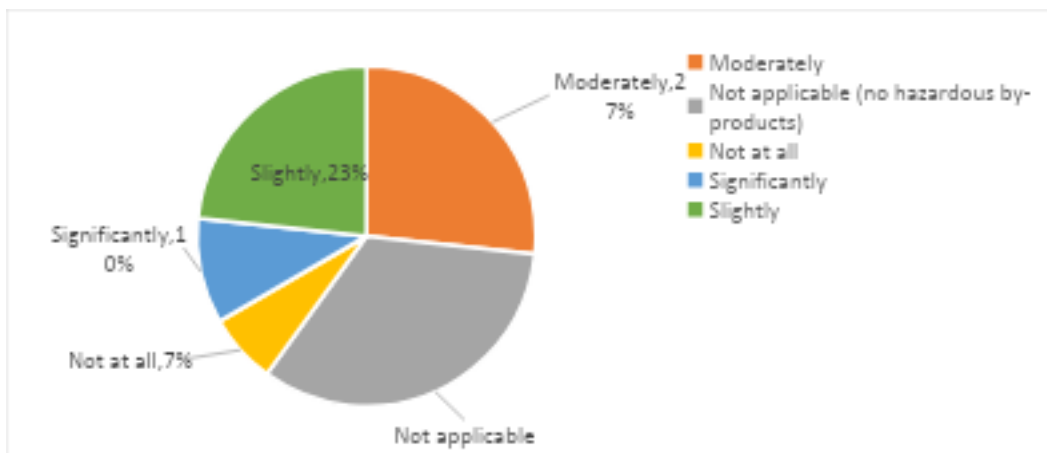


Figura 10. In che misura la SSL limita il riutilizzo o lo scambio dei sottoprodotti

SEZIONE E. Fabbisogni di competenze e formazione

Questa sezione dell'indagine mirava a individuare le capacità e i fabbisogni formativi nelle aree legate all'economia circolare e/o alla simbiosi industriale. Per quanto riguarda gli investimenti delle aziende in formazione, solo il 7% ha dichiarato di farlo con regolarità, il 60% occasionalmente e il 33% per nulla.

Tra i fattori che limitano l'attuazione della simbiosi industriale spiccano le competenze tecniche e le competenze in materia normativa (Figura 11). Queste risposte aiutano a progettare moduli formativi che colmino tali lacune.



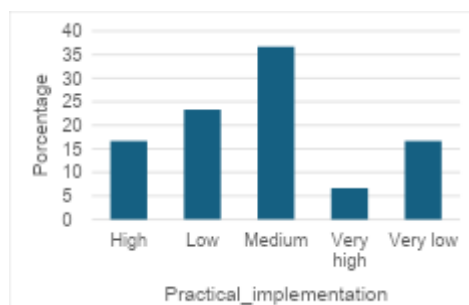
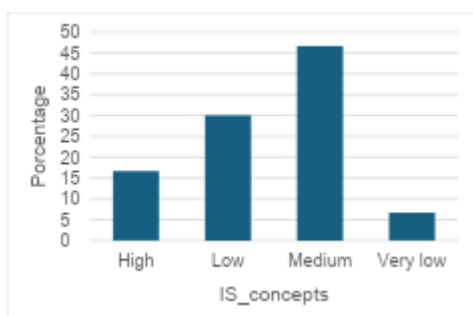
Figura 11. Principali lacune di competenze che limitano l'attuazione di pratiche simbiotiche

L'ultima domanda di questa sezione e ultima parte dell'indagine riguarda il livello di competenza disponibile nelle aziende nelle seguenti aree:

- Concetti e modelli di simbiosi industriale
- Attuazione pratica della simbiosi industriale
- Quadro normativo (rifiuti, sottoprodotti, SSL)
- Coinvolgimento degli stakeholder e collaborazione tra aziende per la simbiosi industriale
 - Valutazione economica di soluzioni circolari e simbiotiche (costi, benefici, business, modelli)
 - Mappatura dei flussi di materiali, energia e acqua (ad es. MFA, energia, mappatura)
 - ISO 14001 Sistema di gestione ambientale
 - ISO 50001 Sistema di gestione dell'energia
 - Valutazione del ciclo di vita
 - EPD/ etichettatura ambientale (EMAS, ecc.)
 - Strumenti digitali per il monitoraggio e il matching delle risorse
 - Gestione dei dati ESG
 - Lean management e miglioramento continuo (rifiuti, riduzione, processo, efficienza)

Secondo i risultati dell'indagine (Figura 12), la competenza nelle aree sopra citate può essere considerata, in media, di livello medio. È tuttavia importante sottolineare i livelli particolarmente bassi di competenza nell'area della gestione dell'energia legata alla ISO 50001, nonché nelle Dichiarazioni ambientali di prodotto (EPD), che verificano e registrano informazioni trasparenti e comparabili sull'impatto ambientale dei prodotti lungo il ciclo di vita. Ciò può essere strettamente collegato alle risposte relative alla valutazione del ciclo di vita, che mostrano anch'esse bassi livelli di competenza. È degno di nota che le aziende dimostrino una maggiore competenza riguardo al quadro normativo e a standard come la ISO 14001, che copre vari aspetti, dall'uso delle risorse e dalla gestione dei rifiuti al monitoraggio delle prestazioni ambientali. Le organizzazioni che adottano questo standard possono garantire di adottare misure proattive per limitare la propria

impronta ambientale, rispettare i requisiti di legge pertinenti e raggiungere i propri obiettivi ambientali.



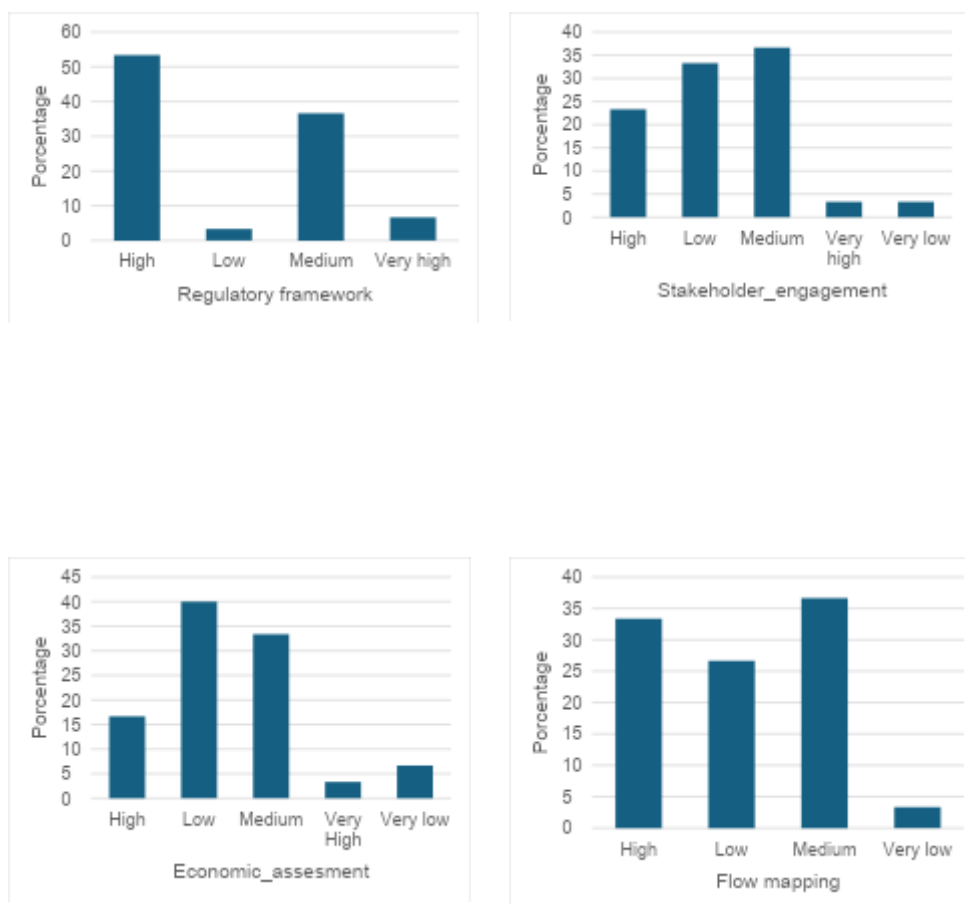


Figura 12. Livello di competenza disponibile nelle aziende

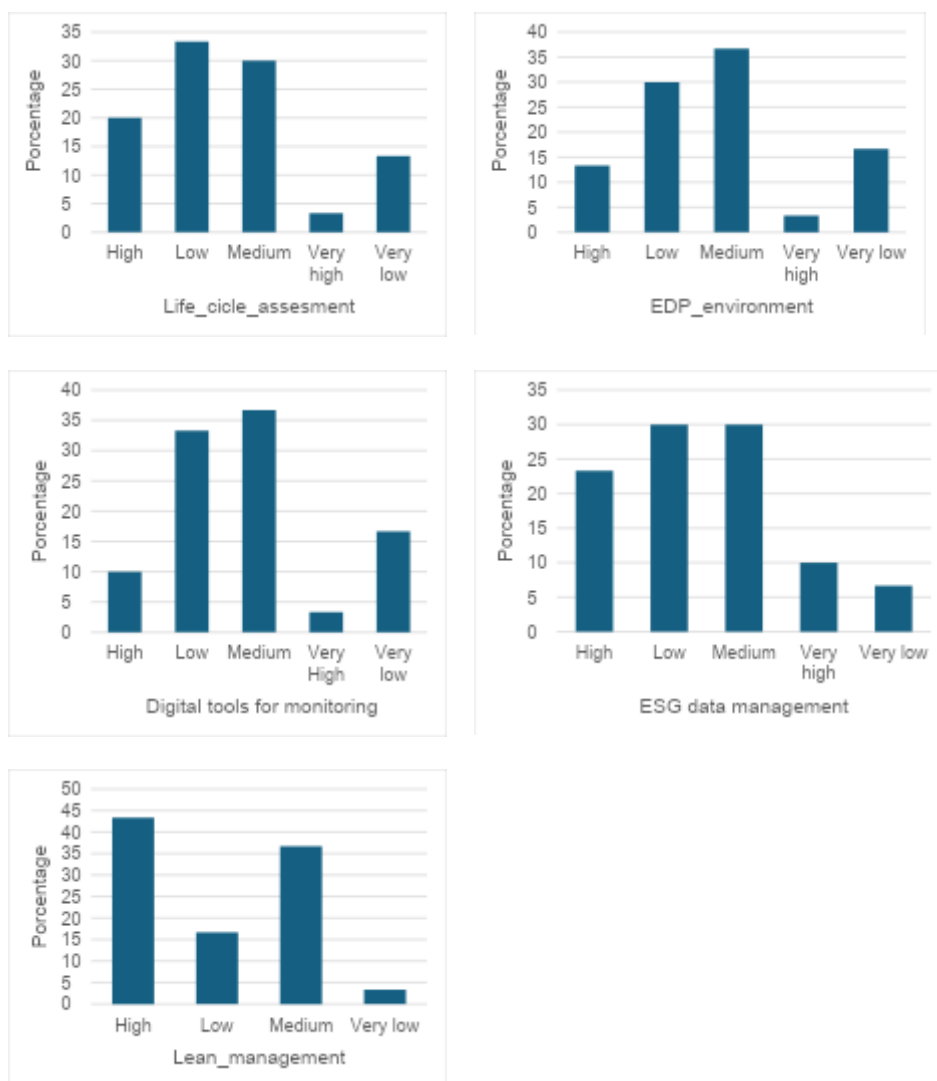


Figura 12 (continuazione). Livello di competenza disponibile nelle aziende

L'analisi delle competenze necessarie per impegnarsi efficacemente nella simbiosi industriale ha rivelato differenze significative nei livelli di competenza percepiti nelle varie aree di conoscenza e abilità valutate, secondo il test di Friedman (cfr. Figura 13).

Tra le competenze valutate, i rispondenti hanno dichiarato i livelli più elevati nella comprensione del quadro normativo rilevante per la gestione delle risorse, la valorizzazione dei rifiuti e le pratiche di economia circolare. Questo risultato suggerisce che le aziende conoscono in generale i requisiti legislativi e di conformità che influenzano le attività di simbiosi industriale. Il lean management è stato indicato come la seconda area di competenza più forte, a indicare che molte organizzazioni hanno esperienza con approcci orientati all'efficienza, volti a ridurre gli sprechi e a ottimizzare l'uso delle risorse. Analogamente, la conoscenza dei sistemi di gestione ambientale, in particolare la ISO 14001, è stata valutata in modo relativamente positivo, a riflesso della diffusa adozione di pratiche di gestione ambientale tra le aziende partecipanti.

Al contrario, le competenze relative ai sistemi di gestione dell'energia sono risultate considerevolmente più deboli. La ISO 50001 ha ottenuto i punteggi di competenza più bassi tra tutte le aree valutate, a indicare una comprensione limitata degli approcci strutturati alla gestione dell'energia e del loro potenziale contributo alla simbiosi industriale. Questo risultato evidenzia una significativa lacuna formativa, soprattutto considerando che lo scambio e l'ottimizzazione dell'energia sono componenti chiave di molte reti di simbiosi industriale.

Le differenze osservate nei livelli di competenza suggeriscono che, pur possedendo una solida base in materia di conformità normativa, gestione ambientale ed efficienza operativa, le aziende potrebbero non avere le conoscenze tecniche necessarie per individuare e attuare opportunità simbiotiche legate all'energia. Pertanto, i futuri programmi formativi dovrebbero dare priorità al rafforzamento delle capacità in materia di gestione dell'energia, analisi dei flussi di risorse e applicazione pratica delle metodologie di simbiosi industriale. Il rafforzamento di queste competenze aumenterebbe la capacità delle aziende di individuare sinergie, migliorare l'efficienza delle risorse e partecipare attivamente a iniziative di economia circolare a livello regionale e internazionale.

Nel complesso, i risultati indicano che sono necessari interventi formativi mirati per colmare specifiche lacune di conoscenza e sostenere lo sviluppo di un insieme di competenze più completo per l'attuazione della simbiosi industriale nei settori alimentare e manifatturiero in Spagna, Italia e Slovenia.

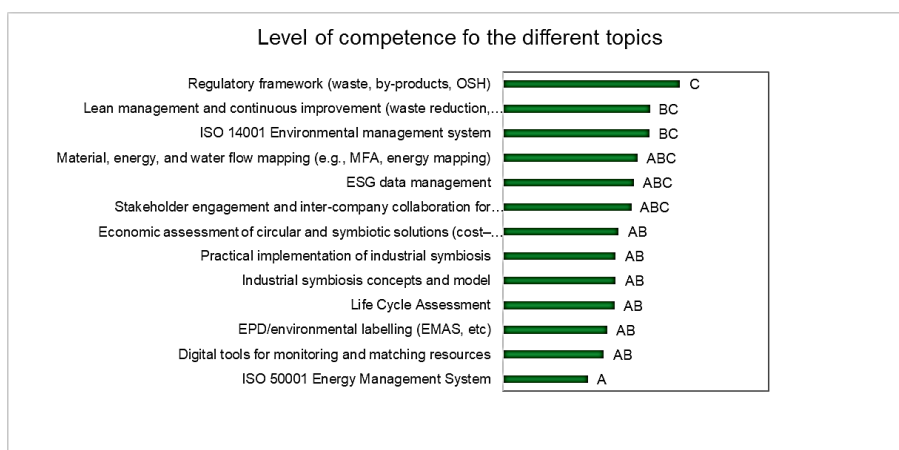


Figura 13. Livello di competenza per i diversi argomenti necessari

Inoltre, come si può osservare nella Figura 14, solo per tre aspetti il livello di competenza variava in modo significativo in base alla dimensione dell'azienda.

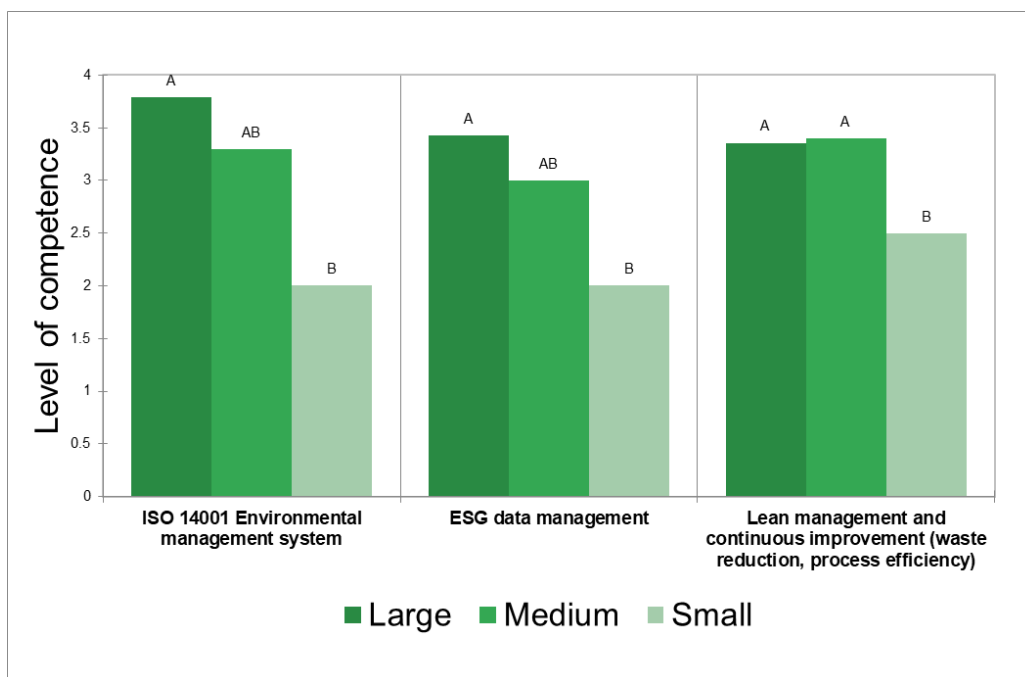


Figura 14. Livello di competenza necessario in base alla dimensione dell'azienda (grande, media, piccola) che ha risposto

3.2. Risultati delle interviste approfondite

STUDIO I. Analisi dei fabbisogni con interviste approfondite all'industria alimentare

Può descrivere brevemente la sua azienda e le principali caratteristiche del suo processo produttivo più rilevanti dal punto di vista ambientale o dell'uso delle risorse?

Azienda 1 dalla Slovenia. Collabora con il più grande rivenditore del mercato, per il quale produciamo prodotti da forno, biscotti e prodotti gourmet. La produzione si basa su ricette tradizionali e su una forte enfasi sull'artigianalità manuale, che è una delle sue caratteristiche principali.

Preparano la maggior parte dei prodotti a mano, il che ci consente un maggiore controllo sulla qualità. Il processo produttivo è suddiviso in tre fasi principali: preparazione e cottura dei prodotti, confezionamento ed etichettatura, evasione e distribuzione degli ordini.

Nelle loro attività sono fortemente impegnati verso l'ambiente sociale e naturale. Prestano particolare attenzione al riciclo, collaborano con partner esterni per lo smaltimento dei rifiuti e cercano attivamente soluzioni per ridurre gli scarti. In questo modo si sforzano di massimizzare l'uso delle materie prime, poiché il loro obiettivo è contribuire a un utilizzo più efficiente delle risorse.

Azienda 2 dalla Slovenia. Comporta un elevato consumo di acqua ed energia e vengono generati flussi secondari, come acque reflue e sottoprodotti: bactofugato, siero di latte (dolce e acido) e residui di lavorazione – una miscela di prodotto e acqua (che vengono raccolti e poi forniti agli agricoltori per l'alimentazione animale). Non vi è nulla di problematico in questi materiali, poiché sono anche soggetti a controllo veterinario, ma presentano un potenziale di ulteriore concentrazione o valorizzazione. La domanda per questi flussi è stata notevole; tuttavia, una volta si è verificato un

problema in cui ai bovini non era consentito consumarli. Nel lungo periodo ciò potrebbe diventare una sfida, poiché si prevede che la domanda diminuisca mentre i volumi continuano ad aumentare. Queste partnership sono formalmente registrate, poiché comportano la gestione di rifiuti. Tutte le procedure sono definite con precisione e i parametri sono persino più rigorosi di quelli applicati ai prodotti finali destinati al consumo umano.

Azienda 3 dalla Slovenia. Incom d.o.o. è stata fondata nel 1991 ed è passata da produttore di gelati a più grande produttore sloveno di gelati e cioccolato, con oltre 850 dipendenti. L'azienda opera principalmente da Ajdovščina e ha una capacità produttiva fino a 150 tonnellate di gelato al giorno, pari a circa 3,2 milioni di unità al giorno. È fortemente orientata all'export, con oltre il 94% del fatturato generato da esportazioni verso 39 paesi, in particolare Regno Unito, Germania e Stati Uniti. Oltre alla produzione per marchi privati, l'azienda sviluppa e commercializza anche marchi propri, tra cui LEONE, ALIVE, Jamaica e Nora.

I processi produttivi dell'azienda sono altamente energivori per la necessità di pastorizzazione, raffreddamento e conservazione continua a freddo. Il consumo di acqua è associato principalmente al lavaggio e alla pulizia delle linee di produzione, mentre ulteriori volumi sono impiegati nei prodotti e nei sistemi di raffreddamento. Le fasi più intensive in termini di materie prime e imballaggi sono l'avvio delle linee di produzione, gli arresti e i guasti imprevisti delle attrezzature.

Azienda 1 dalla Spagna: non ha voluto divulgare tale informazione.

Azienda 1 dall'Italia. Salumificio Trascinelli Pietro Srl si occupa della selezione accurata e del confezionamento di rifilature di salumi (crudi e cotti) provenienti dalla lavorazione delle industrie di affettatura e destinate all'industria di trasformazione della pasta ripiena. La nostra azienda svolge un'importante azione di recupero di materie prime a base di carne e di latticini su tutto il territorio, diventando un leader nel settore della sostenibilità ambientale.

Azienda 2 dall'Italia. Azienda del settore alimentare specializzata nella produzione e lavorazione di salumi; in particolare, produce pancetta arrotolata e tesa, coppa e guanciale, partendo dalle materie prime; esegue il processo di salagione seguito da stagionatura, affumicatura o essiccazione. Il prodotto può essere venduto intero, porzionato, affettato o a cubetti. Utilizza pertanto acqua per il lavaggio, materiali di imballaggio (plastica e cartone) per il confezionamento, energia elettrica per gli impianti produttivi e le celle frigorifere, gas naturale per la produzione di energia elettrica (unità di cogenerazione) e vapore, trucioli di legno per l'affumicatura e gasolio per i trasporti. Per quanto riguarda gli impatti ambientali, i principali sono: acque reflue industriali, emissioni in atmosfera, emissioni sonore, produzione di rifiuti speciali e sottoprodotti di origine animale.

Nel settore alimentare, i sottoprodotti sono spesso soggetti a rigorosi vincoli di igiene, sicurezza e qualità. Quali caratteristiche specifiche del settore alimentare (ad es. deperibilità, rischio di contaminazione, durata di conservazione, norme sanitarie) possono influenzare maggiormente le decisioni sul riutilizzo e sulla valorizzazione

Nel settore alimentare, i principali fattori che influenzano le decisioni sul riutilizzo e sulla valorizzazione dei sottoprodotti sono la deperibilità, la durata di conservazione, il rischio di contaminazione, i requisiti di sicurezza alimentare e le rigorose normative sanitarie. La data di scadenza e la stabilità del prodotto sono considerate particolarmente critiche, poiché limitano in modo significativo le possibilità di stoccaggio, trasporto, scambio e ulteriore trasformazione dei sottoprodotti.

La sicurezza alimentare e l'idoneità del prodotto a un ulteriore utilizzo sono considerate condizioni essenziali. Ciò richiede che l'intera catena di generazione, gestione, stoccaggio e trasporto dei sottoprodotti rispetti rigorosi standard dell'industria alimentare, tra cui le procedure HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point), i protocolli igienici, lo stoccaggio refrigerato e sottovuoto e la piena tracciabilità del prodotto. Queste misure sono necessarie per garantire la salubrità degli alimenti, prolungarne la durata di conservazione e ridurre al minimo il rischio di deterioramento o contaminazione.

Per ridurre la generazione di rifiuti e mantenere la qualità dei prodotti, le aziende evitano in genere grandi scorte di materie prime e si affidano invece a sistemi di ordinazione a breve termine allineati alle effettive esigenze produttive. In alcuni casi si ricorre al congelamento immediato in sistemi di raffreddamento avanzati per determinati prodotti o semilavorati, al fine di prolungarne la durata di conservazione e migliorare la flessibilità produttiva, anche se tali soluzioni sono adatte solo a specifiche categorie di prodotti.

Queste sfide sono particolarmente marcate nel settore lattiero-caseario, dove i prodotti sono altamente deperibili e associati a rischi elevati in termini di sicurezza e trasporto. Oltre alla conformità normativa, la qualità costante è un altro requisito importante per una valorizzazione efficace dei sottoprodotti. Poiché i sottoprodotti sono direttamente influenzati dai processi produttivi e dalle materie in ingresso, qualsiasi variazione nelle materie prime o nelle condizioni di lavorazione può determinare fluttuazioni nella qualità dei sottoprodotti, limitandone il potenziale di riutilizzo.

Sebbene la legislazione fornisca in genere regole chiare sulla classificazione e sulla gestione dei sottoprodotti, le aziende segnalano con frequenza che gli investimenti necessari per una valorizzazione, uno stoccaggio e una logistica sicuri sono spesso troppo elevati rispetto alle quantità relativamente ridotte generate, riducendo la fattibilità economica complessiva di tali pratiche.

In sintesi:

- La deperibilità degli alimenti, la durata di conservazione e i rigorosi requisiti di igiene e sicurezza alimentare limitano fortemente il riutilizzo dei sottoprodotti.
- Le attività si basano su una gestione conforme all'HACCP, su uno stoccaggio refrigerato e sulla tracciabilità del prodotto.
- Si ricorre a ordini a breve termine e al congelamento immediato per ridurre i rifiuti e mantenere la sicurezza alimentare.

Quali sottoprodotti o flussi di rifiuti sono più critici per la vostra azienda e come vengono prese le decisioni strategiche sulla loro gestione?

I sottoprodotti e i flussi di rifiuti più critici per le aziende comprendono rifiuti di produzione, rifiuti di imballaggio, acque reflue, siero di latte e sottoprodotti a base di carne. I rifiuti di produzione sono costituiti da residui di materie prime (carne, rifilature, siero di latte, miscele per gelato) e da prodotti o semilavorati non conformi agli standard di qualità, mentre i rifiuti di imballaggio comprendono principalmente plastica e materiali laminati. Le aziende danno priorità a imballaggi riciclabili e restituibili, alla raccolta differenziata e al rispetto delle normative ambientali. Gli imballaggi in plastica unta e laminati sono attualmente smaltiti tramite aziende autorizzate di gestione dei rifiuti a causa delle limitate opzioni di riciclo, mentre la carta siliconata è stata recentemente introdotta nei flussi di riciclo.

Le acque reflue sono un altro flusso di rifiuti chiave, generato principalmente a causa dei severi standard igienici richiesti nella produzione alimentare. L'impianto di depurazione delle acque reflue è stato costantemente migliorato, compresa la recente introduzione della tecnologia di flottazione per rimuovere i grassi e aumentare l'efficienza del trattamento.

L'ultimo sottoprodotto menzionato è la carta da macero, comprese le scatole delle materie prime e dei prodotti finiti, che viene raccolta separatamente e trasportata da appaltatori autorizzati direttamente agli impianti di riciclo, dove viene trasformata in nuovi prodotti cartacei. Inoltre, alcune aziende hanno stipulato accordi con i fornitori per la restituzione e il riutilizzo degli imballaggi in carta, consentendo di utilizzare le singole scatole più volte prima del riciclo.

Le decisioni strategiche sulla gestione dei sottoprodotti e dei rifiuti sono guidate principalmente dalla sicurezza alimentare, dalla conformità normativa, dall'affidabilità operativa e dall'ottimizzazione delle risorse. La lavorazione del siero di latte è un'area di particolare attenzione, con sforzi continui per ridurre il consumo energetico e migliorare

l'efficienza. In particolare, l'azienda concentra il siero di latte fino a circa il 30% di sostanza secca prima di venderlo in forma liquida, principalmente per l'esportazione, poiché attualmente non sono disponibili impianti di trasformazione a valle adeguati. Alternative tecnologiche come l'osmosi inversa sono state valutate ma scartate per dubbi sull'affidabilità e sulla capacità di raggiungere in modo costante il contenuto di sostanza secca richiesto.

In che misura la vostra azienda applica già pratiche circolari interne o simbiosi industriale interna (ad es. riutilizzo di energia, acqua o materiali tra reparti)? Che cosa ha favorito o limitato queste pratiche?

Le aziende applicano già diverse pratiche circolari interne ed elementi di simbiosi industriale, in particolare nei settori della gestione degli imballaggi, del riutilizzo dell'acqua, dell'efficienza energetica e della valorizzazione dei sottoprodotti.

Nella gestione degli imballaggi, le aziende promuovono l'uso di materiali riciclabili, restituibili e riciclati, aumentando al contempo la quota di imballaggi contenenti almeno il 50% di componenti riciclati o biodegradabili. Ove possibile si utilizzano contenitori e attrezzature lavabili e alcuni fornitori operano con sistemi di imballaggio restituibile.

Le pratiche interne di riutilizzo dell'acqua sono attuate attraverso sistemi CIP (Cleaning-in-Place), in cui l'acqua dell'ultimo risciacquo viene recuperata e riutilizzata nella fase iniziale del processo di pulizia. Inoltre, i sistemi a ciclo chiuso per l'acqua di raffreddamento e riscaldamento consentono l'ottimizzazione e la rigenerazione dell'acqua all'interno degli stabilimenti. Tuttavia, a causa delle rigorose normative sanitarie e igieniche del settore alimentare, l'acqua trattata non può essere riutilizzata nei processi produttivi, il che limita in modo significativo ulteriori applicazioni circolari. Si menziona inoltre il riutilizzo dell'acqua: anche il calore in eccesso dei compressori di raffreddamento viene recuperato per riscaldare l'acqua sanitaria e industriale, riducendo il consumo di gas naturale. Inoltre, la miscela di gelato avanzata, microbiologicamente sicura, viene conservata, ripastorizzata e riutilizzata nelle successive produzioni con la stessa formulazione.

Le aziende attuano anche misure di efficienza energetica e di recupero di energia. I sistemi di raffreddamento e riscaldamento sono costantemente ottimizzati per ridurre il consumo energetico, mentre l'energia rinnovabile prodotta da pannelli fotovoltaici contribuisce a ridurre la dipendenza dalla rete elettrica nazionale. Alcune aziende gestiscono anche unità di cogenerazione (CHP) con generatori di vapore, in cui il calore recuperato viene utilizzato per produrre vapore e acqua calda per le attività interne. Sebbene efficaci, queste tecnologie richiedono investimenti sostanziali e comportano lunghi tempi di ritorno.

Il riutilizzo di materiali tra reparti rimane limitato a causa dei requisiti di sicurezza alimentare e di igiene. Esistono tuttavia alcuni esempi di valorizzazione dei sottoprodotti, come il riutilizzo del latticello nella produzione di panna dolce per il suo elevato contenuto di lecitina e valore nutrizionale.

L'attuazione di queste pratiche circolari è favorita principalmente da linee guida interne di sostenibilità, dal monitoraggio sistematico dei dati ambientali, dalle conoscenze tecniche e dalle attività di ricerca. Al tempo stesso, un ulteriore sviluppo è frenato da limiti finanziari, dalla necessità di aggiornare i sistemi, da preoccupazioni sull'affidabilità operativa e da barriere normative, in particolare per quanto riguarda il riutilizzo dell'acqua e la ricircolazione dei materiali negli ambienti di produzione alimentare.

Quali sono le principali barriere di contesto (normative, di sicurezza, economiche o organizzative) che incidono sulla possibilità di un ulteriore riutilizzo o scambio dei sottoprodotti?

Le principali barriere di contesto che incidono sull'ulteriore riutilizzo o scambio dei sottoprodotti sono di natura prevalentemente economica, normativa, di sicurezza e organizzativa, con particolare rilievo per quella economica. Le aziende riferiscono che le rigorose normative di sicurezza alimentare e sanitarie limitano in modo significativo le possibilità di riutilizzo e scambio, in particolare nel settore alimentare, dove i requisiti di conformità sono molto stringenti. In particolare, sono state ampiamente citate le normative

sulla gestione dei rifiuti e i relativi costi elevati. La legislazione richiede spesso che i rifiuti non pericolosi siano consegnati ad appaltatori autorizzati, anche quando potrebbero essere riutilizzati in altri processi. Sebbene esistano alcune eccezioni, i costi di trattamento e di conformità richiesti spesso non sono economicamente sostenibili.

Anche le barriere economiche svolgono un ruolo importante, poiché i costi associati alla raccolta, al trasporto, allo stoccaggio, alla trasformazione e all'adattamento dei sottoprodotti sono spesso troppo elevati rispetto alle quantità generate. Inoltre, le aziende affrontano sfide organizzative e logistiche, tra cui il coordinamento dei sistemi di trasporto e movimentazione, il mantenimento della qualità e della tracciabilità del prodotto e la garanzia di scambi tempestivi entro i vincoli di breve durata di conservazione. Nell'industria alimentare, il riutilizzo dei sottoprodotti comporta inoltre test approfonditi, certificazioni e cooperazione con istituti esterni, rendendo tali iniziative fortemente dipendenti da finanziamenti pubblici o dal sostegno di progetti. Un progetto previsto per il riutilizzo del siero di latte di scarto arricchito di carboidrati, ad esempio, è stato interrotto per mancanza di finanziamenti, nonostante il suo forte potenziale.

Un'altra limitazione importante è la difficoltà di individuare partner affidabili e idonei, in grado di ricevere, trasformare o riutilizzare specifici sottoprodotti. Di conseguenza, nonostante l'interesse per le pratiche circolari e la simbiosi industriale, l'attuazione pratica dello scambio di sottoprodotti rimane in molti casi limitata.

In che modo le pressioni esterne (clienti, requisiti della catena di fornitura, richieste legate ai criteri ESG) influenzano la gestione dei rifiuti e le pratiche circolari?

Le pressioni esterne di clienti, i requisiti della catena di fornitura e le aspettative legate ai criteri ambientali, sociali e di governance (ESG) influenzano sempre più l'approccio delle aziende alla gestione dei rifiuti e alle pratiche circolari. In generale le aziende percepiscono positivamente questa influenza, perché rafforza l'importanza della responsabilità ambientale e della sostenibilità nelle loro attività. In risposta a tali aspettative, le aziende si adoperano attivamente per aumentare la consapevolezza

ambientale dei dipendenti e coinvolgono al tempo stesso fornitori e partner commerciali in pratiche e discussioni legate alla sostenibilità. I requisiti ESG diventano sempre più parte dei rapporti con i fornitori e delle aspettative in materia di approvvigionamento, incoraggiando le aziende a migliorare la trasparenza, le pratiche di rendicontazione e le prestazioni ambientali. Allo stesso tempo, le aziende rilevano che i requisiti normativi e della catena di fornitura restano in qualche misura poco chiari a causa dei continui cambiamenti e delle proposte di semplificazione a livello europeo, in particolare per quanto riguarda gli obblighi di rendicontazione, le tassonomie, i requisiti sui dati e le tempistiche di attuazione. Le modifiche ai criteri di rendicontazione hanno anche cambiato la classificazione di alcune aziende, con alcune imprese che passano dalle categorie di rendicontazione obbligatoria a quadri più flessibili per le PMI. Nonostante questa maggiore flessibilità, molte aziende continuano ad adottare pratiche volontarie di rendicontazione ESG, in gran parte perché sempre più attese da fornitori, clienti e altri partner commerciali. In molti casi questi indicatori di sostenibilità sono anche allineati ai valori interni e agli obiettivi strategici a lungo termine delle aziende.

Inoltre, le aziende hanno individuato nella legislazione sulla gestione dei rifiuti e negli elevati costi di attuazione le principali barriere alle pratiche circolari e alla simbiosi industriale. Le normative richiedono spesso che i rifiuti non pericolosi siano trasferiti ad appaltatori autorizzati, anche quando esistono opportunità di riutilizzo. Inoltre, il riutilizzo dei sottoprodotti nell'industria alimentare richiede test approfonditi, certificazioni e collaborazione con istituzioni esterne, rendendo tali iniziative fortemente dipendenti dai finanziamenti pubblici. A causa della mancanza di sostegno finanziario, alcuni progetti promettenti — come il riutilizzo del siero di latte di scarto arricchito di carboidrati — sono stati interrotti nonostante il loro potenziale.

→Le pressioni esterne legate ai criteri ESG e alla catena di fornitura incoraggiano sempre più le aziende a migliorare la gestione dei rifiuti, le pratiche di sostenibilità e la rendicontazione ambientale.

→Le aziende hanno individuato nelle rigorose normative sui rifiuti, negli elevati costi di attuazione e nella dipendenza da finanziamenti esterni le principali barriere allo sviluppo di pratiche circolari e di iniziative di simbiosi industriale.

Quali abilità o competenze ritenete attualmente mancanti (o insufficienti) per attuare o far crescere le pratiche di economia circolare e simbiosi industriale?

In generale le aziende ritengono che **le conoscenze tecniche necessarie** e le competenze specifiche del settore **esistano già** all'interno delle loro organizzazioni e che molti dipendenti ricevano una formazione su sostenibilità ed economia circolare. Tuttavia, i principali limiti non sono legati alle competenze di base, ma a **risorse insufficienti, tempo limitato**, e alla mancanza delle competenze specialistiche necessarie per sviluppare ulteriormente e far crescere le iniziative di economia circolare e simbiosi industriale.

In particolare, le aziende individuano la necessità di una maggiore capacità di ricerca, di un migliore accesso a banche dati complete e a piattaforme di condivisione delle informazioni e di migliori meccanismi di collaborazione tra aziende e settori. Anche le barriere organizzative ed economiche, compresi i costi legati al coordinamento e all'attuazione, sono percepite come ostacoli significativi a un maggiore coinvolgimento nelle pratiche circolari e nelle reti di simbiosi industriale.

Guardando al futuro, quali condizioni (competenze, strumenti, partnership, chiarezza normativa) sarebbero più importanti per sviluppare ulteriormente le pratiche di simbiosi industriale nel settore industriale?

Le aziende ritengono che l'ulteriore sviluppo delle pratiche di simbiosi industriale dipenderà principalmente da **partnership più solide, maggiori opportunità di valorizzazione dei sottoprodotti e un quadro normativo di sostegno**. Aumentare le possibilità di valorizzazione dei flussi secondari creerebbe incentivi economici più forti e incoraggerebbe le aziende a investire più attivamente in soluzioni circolari.

Le aziende sottolineano inoltre l'importanza di **piattaforme e reti** che facilitino la **collaborazione, lo scambio di informazioni**, e la **creazione di partnership a lungo termine** tra industrie. L'apertura alla cooperazione e la disponibilità a condividere alcune informazioni operative sono considerate condizioni essenziali per costruire relazioni efficaci di simbiosi industriale. Le partnership sono particolarmente importanti per le aziende più piccole, che spesso non dispongono della scala o delle risorse per affrontare da sole le sfide dell'economia circolare.

Pur ritenendo in generale che le conoscenze tecniche e gli strumenti di base siano già disponibili, le aziende sottolineano la **necessità di una maggiore connettività tra aziende** e di una cooperazione settoriale, comprese partnership con industrie affini per migliorare i materiali, ottimizzare i processi e ridurre l'uso di plastica.

La chiarezza normativa resta un altro fattore critico, in particolare per quanto riguarda la classificazione dei flussi secondari e la garanzia che i materiali potenzialmente riutilizzabili non siano automaticamente trattati come rifiuti. Allo stesso tempo, le aziende sottolineano che il rispetto delle normative in materia di sicurezza alimentare, ambiente e industria deve restare il fondamento di qualsiasi futuro sviluppo delle pratiche di economia circolare e simbiosi industriale.

Esistono buone pratiche o casi di successo di economia circolare o simbiosi industriale in aziende alimentari con cui avete collaborato che ritenete particolarmente rilevanti o replicabili?

Le aziende riferiscono un'esperienza diretta limitata con iniziative di simbiosi industriale su larga scala che coinvolgano più partner esterni nel settore alimentare. La maggior parte delle pratiche di economia circolare è attualmente attuata internamente alle attività aziendali, piuttosto che attraverso collaborazioni strutturate tra aziende.

Alcune aziende hanno partecipato a collaborazioni e consorzi basati su progetti, comprese iniziative relative allo sviluppo e alla produzione di imballaggi sostenibili. Tuttavia, tali

collaborazioni sono state in genere temporanee e orientate al progetto, anziché partnership di simbiosi industriale di lungo periodo o sistemiche e, in diversi casi, i risultati non sono stati valutati o comunicati in modo chiaro.

Nel complesso, le aziende conoscono gli approcci collaborativi, ma la simbiosi industriale nel settore alimentare è ancora percepita come relativamente poco sviluppata e non ancora ampiamente attuata come pratica operativa continuativa.

C'è qualche altro aspetto che ritenete rilevante per comprendere meglio l'economia circolare o la simbiosi industriale e che non abbiamo discusso?

Le principali sfide riguardano soprattutto i **vincoli di tempo**, che, pur essendo talvolta percepiti come una scusa, hanno un impatto pratico significativo. Inoltre, mancano approcci sistemici che consentirebbero soluzioni più strutturate ed efficienti. La collaborazione locale resta limitata, a causa della percezione negativa del settore come responsabile di problemi ambientali. Inoltre, l'aumento dei costi degli imballaggi rappresenta un ulteriore onere, accanto alle persistenti sfide legate ai rifiuti di imballaggio e al loro riciclo.

STUDIO II. Analisi dei fabbisogni con interviste approfondite. Opinione degli accademici sulla simbiosi industriale nel settore alimentare

Può illustrare le buone pratiche di simbiosi industriale nel settore alimentare, con particolare riferimento alla riduzione dei rifiuti o al riutilizzo dei sottoprodotti?

In Spagna, Slovenia e Italia la simbiosi industriale nel settore alimentare è affrontata da prospettive complementari che, nel loro insieme, dimostrano come la riduzione dei rifiuti e la valorizzazione dei sottoprodotti possano essere attuate efficacemente.

I ricercatori spagnoli hanno spiegato che le buone pratiche sono orientate principalmente all'attuazione pratica ed economica della simbiosi industriale. La prospettiva spagnola enfatizza la salvaguardia della qualità dei sottoprodotti per consentire applicazioni a

maggior valore, privilegiando i percorsi di riutilizzo nella produzione alimentare, nei biomateriali e in altri settori a valore aggiunto prima di considerare opzioni di recupero energetico a minor valore. Particolare importanza è attribuita alla prossimità geografica, ai cluster industriali e a meccanismi collaborativi come intermediari, broker e partnership di lungo periodo tra aziende. Questi elementi sono considerati essenziali per migliorare l'efficienza logistica, ridurre i costi operativi e aumentare la fattibilità economica delle iniziative di simbiosi industriale, in particolare per le piccole e medie imprese.

In Slovenia la simbiosi industriale è affrontata da una prospettiva più orientata alla tecnologia e all'innovazione. Le pratiche slovene si concentrano sull'individuazione, l'estrazione e la trasformazione di composti di valore a partire dai flussi secondari del settore alimentare. L'enfasi è posta sulle tecnologie di trasformazione avanzate e sullo sviluppo di applicazioni innovative nei materiali, nella chimica e nella bioenergia. L'approccio sloveno evidenzia inoltre il riutilizzo di flussi tradizionalmente considerati rifiuti, tra cui fanghi e biomassa residua, dimostrando una forte attenzione all'ottimizzazione dei processi, all'integrazione tecnologica e alla collaborazione intersettoriale.

In Italia le buone pratiche sono strettamente legate a progetti di ricerca collaborativa e dimostrativi incentrati sulla valorizzazione dei rifiuti alimentari. L'esperienza maturata con la partecipazione al progetto Agrimax ha evidenziato il potenziale della trasformazione dei rifiuti alimentari in prodotti a valore aggiunto attraverso approcci innovativi di bioraffineria. Un'ulteriore collaborazione con il Cluster Agrifood dell'Emilia-Romagna nell'ambito del progetto Ecolab 2 ha dimostrato l'applicazione dei principi della simbiosi industriale alla valorizzazione dei flussi di rifiuti urbani e agroindustriali nell'area di Argenta. La prospettiva italiana enfatizza pertanto la ricerca applicata, le reti regionali di innovazione e la sperimentazione su scala pilota come fattori chiave per far progredire le pratiche di economia circolare nel settore alimentare.

Condivida esempi di scambi di risorse tra settori che utilizzano sottoprodotti alimentari (ad es. bucce, oli o rifiuti di imballaggio) e che hanno generato benefici economici o ambientali.

I tre paesi hanno evidenziato l'ampio potenziale dei flussi secondari, ma differiscono per focus, scala e orientamento strategico, offrendo spunti complementari.

I ricercatori spagnoli adottano una prospettiva pratica e orientata all'applicazione, incentrata sulla valorizzazione diretta dei sottoprodotti alimentari in prodotti commercializzabili. Esempi come la trasformazione dei residui dell'industria della carne (ossa, sangue, grasso) in materiali di valore, l'uso di sottoprodotti di frutta e verdura per l'alimentazione animale o la trasformazione dell'olio da cucina esausto in biodiesel dimostrano una forte enfasi su soluzioni immediate e scalabili. Inoltre, la Spagna evidenzia applicazioni intersettoriali, come la produzione di oli essenziali per la cosmetica o la trasformazione dei rifiuti di imballaggio in materiali da costruzione. Nel complesso, l'approccio spagnolo privilegia la diversificazione dei prodotti ottenuti e percorsi commerciali chiari, spesso con tecnologie relativamente semplici.

Al contrario, la Slovenia presenta una prospettiva più sistemica e tecnologicamente avanzata, incentrata sul recupero delle risorse, sull'integrazione energetica e sulla progettazione di sistemi circolari. Tra gli esempi principali figurano la produzione di biogas da acque reflue e fanghi, la cattura e il riutilizzo della CO₂ nei birrifici e il recupero del fosforo dalle acque reflue, a riflesso di un forte allineamento con le strategie di decarbonizzazione e di efficienza delle risorse. La Slovenia esplora inoltre processi di estrazione ad alto valore (ad es. pectina, composti bioattivi, film barriera dal siero di latte), enfatizzando l'innovazione e la trasformazione industriale di lungo periodo. Riconosce tuttavia che, pur essendo chiari i benefici ambientali, la fattibilità economica resta una sfida critica, che richiede la creazione di prodotti ad alto valore aggiunto.

In Italia, il ricercatore ha portato come esempio gli scarti di pomodoro, valorizzati per produrre rivestimenti sia per la carta sia per i polimeri (azienda: Tomapaint).

In sintesi, si suggerisce che le strategie di simbiosi industriale più efficaci debbano integrare applicazioni pratiche di mercato con un'innovazione tecnologica avanzata, garantendo sia la sostenibilità economica sia la sostenibilità nel lungo periodo.

Quali sono le principali traiettorie di innovazione per le pratiche simbiotiche nella produzione alimentare, come le biotecnologie o le tecniche di trasformazione circolare?

I ricercatori sottolineano il ruolo crescente delle tecnologie avanzate e dell'innovazione nel liberare valore dai flussi secondari del settore alimentare, in particolare attraverso soluzioni biotecnologiche e di trasformazione.

La Spagna presenta una prospettiva ampia e orientata alla tecnologia, che enfatizza due principali percorsi di innovazione. In primo luogo, la biotecnologia e la bioconversione, compresi i processi enzimatici e microbici, sono utilizzate per trasformare rifiuti di basso valore in prodotti ad alto valore come proteine, composti bioattivi, enzimi e biopolimeri. In secondo luogo, le tecnologie avanzate di estrazione e separazione — come ultrasuoni, microonde, fluidi supercritici e solventi verdi — consentono un recupero più efficiente ed ecocompatibile di componenti di valore. È importante notare che la Spagna sottolinea l'integrazione di questi approcci all'interno di modelli di bioraffineria, combinando più tecnologie per massimizzare l'utilizzo delle risorse.

La Slovenia, pur con un ambito meno ampio, offre come elemento chiave la valorizzazione del siero di latte. Evidenzia come i progressi tecnologici abbiano già consentito lo sviluppo di prodotti funzionali a maggior valore, dimostrando che questi percorsi di innovazione non sono solo teorici ma sono già attuati con successo nella pratica.

In Italia, il ricercatore ha evidenziato la necessità di percorsi che valorizzino i sottoprodotti attraverso fermentazione o idrolisi.

Quali esempi esistono di costruzione di relazioni simbiotiche nell'industria alimentare, come le collaborazioni tra trasformatori alimentari e settori non alimentari?

I ricercatori intervistati in Spagna ritengono che i rifiuti organici siano riutilizzati come fertilizzanti o mangimi e che i sottoprodotti di frutta, verdura, carne e pesce siano indirizzati verso settori come la cosmetica, la farmaceutica, l'agricoltura e il pet food. Inoltre, i residui agroalimentari sono trasformati in molecole bioattive per applicazioni sanitarie, in fonti di

bioenergia come biogas e bioetanolo e persino in materiali da costruzione, come l'isolante ricavato dai rifiuti di imballaggio.

La Slovenia mostra principi simili su scala più mirata, in particolare attraverso la simbiosi industriale, in cui le emissioni di CO₂ di un birrificio sono riutilizzate come materia prima nell'industria chimica e i residui del settore alimentare sono riconvertiti in agricoltura come input ricchi di nutrienti. Nel loro insieme, questi esempi evidenziano come entrambi i paesi colleghino efficacemente l'industria alimentare, l'agricoltura, l'industria chimica, l'energia e altri settori per massimizzare l'efficienza delle risorse e ridurre al minimo i rifiuti.

In Italia, il ricercatore ha aggiunto che il settore cosmetico utilizza prodotti estratti dai residui della trasformazione alimentare.

Esistono studi che analizzano l'equilibrio tra domanda e offerta dei rifiuti della trasformazione alimentare (ad es. vinacce, siero di latte, bucce) rispetto ai fabbisogni di risorse di altre industrie e come potrebbero orientare il modello di collaborazione di Symbios?

L'agricoltura è un partner chiave, che riutilizza i residui come fertilizzanti o mangimi, mentre i settori chimico e farmaceutico trasformano i sottoprodotti in composti ad alto valore. Anche il recupero energetico (biogas, bioetanolo) è importante. La Spagna enfatizza applicazioni diversificate in più industrie, mentre la Slovenia si concentra su soluzioni più mirate e innovative come il riutilizzo della CO₂ e il recupero dei nutrienti. Dall'Italia è stato evidenziato che esistono alcuni studi sulla simbiosi industriale, ma sono accessibili principalmente ai ricercatori universitari.

In che modo le certificazioni di sostenibilità o le politiche dell'UE hanno promosso innovazioni simbiotiche nel settore alimentare?

Le politiche e le normative dell'UE — in particolare la direttiva quadro sui rifiuti — sono considerate fattori chiave della simbiosi industriale, in quanto promuovono la riduzione dei rifiuti, il riutilizzo dei sottoprodotti e le pratiche di economia circolare. La Spagna sottolinea

l'importanza della **chiarezza giuridica e delle certificazioni** per favorire la collaborazione e la valorizzazione dei rifiuti. La Slovenia concorda sul fatto che siano stati compiuti progressi, ma evidenzia **limiti ancora presenti**, dovuti in particolare a schemi di certificazione insufficienti, che restringono il pieno utilizzo dei flussi secondari nonostante un significativo potenziale inutilizzato. In Italia, i ricercatori ritengono che certificazioni e normative abbiano fatto poco per stimolare l'adozione di politiche simbiotiche, poiché per le applicazioni alimentari sono richieste procedure complesse (ad esempio, la conformità al Regolamento 1935/2004).

In base alle vostre ricerche, quali sfide di adozione nella simbiosi alimentare (ad es. la complessità della catena di fornitura) sono state affrontate con successo?

In Spagna, tra le principali barriere vi sono la **scarsa consapevolezza** delle possibilità tecnologiche e dei benefici economici, insieme a **sfide tecniche come la disponibilità stagionale delle materie prime**, che complica una lavorazione costante. È inoltre in corso una ricerca, in particolare in ambiti come la **rivalorizzazione dei sottoprodotti della carne**. In Slovenia è stata prestata minore attenzione a questioni come la **frammentazione della catena di fornitura**, il che indica una potenziale lacuna nell'attenzione della ricerca rispetto alle sfide più orientate all'applicazione evidenziate in Spagna. In Italia il successo si ottiene quando le distanze di trasporto sono brevi e la valorizzazione avviene, se non nello stesso luogo, molto vicino a dove si generano i rifiuti o gli scarti.

Quali condizioni (competenze, strumenti, partnership, chiarezza normativa) sarebbero più importanti per sviluppare ulteriormente le pratiche di simbiosi industriale?

Vi è la necessità di **capacità tecnica, collaborazione e una normativa di sostegno**. Nei tre paesi viene evidenziata la necessità di **competenze tecniche solide e accesso a strumenti di trasformazione adeguati**, insieme a **quadri normativi chiari e stabili** per consentire l'uso dei sottoprodotti. Instaurare **partnership intersettoriali stabili e cluster industriali** è inoltre essenziale per collegare gli attori e creare mercati sostenibili. Pur essendoci già conoscenze e interesse significativi nell'industria, il progresso dipende da

un migliore coordinamento, da regole più chiare e da meccanismi strutturati di collaborazione per sbloccare appieno questo potenziale. Viene inoltre evidenziato che un aspetto fondamentale sarebbe la disponibilità di risorse per avviare startup innovative con una fase iniziale finanziata.

Quali logiche di fondo, meccanismi ed elementi costitutivi della simbiosi nel settore alimentare potrebbero essere integrati dai partner di Symbios nel proprio modello di progetto (ad es. architetture di catene da rifiuto a valore, piattaforme digitali di matching, modelli di contratti di lungo periodo o quadri di replicazione)? Può consigliare modelli simbiotici adattabili provenienti dal settore alimentare?

Secondo gli accademici, i modelli efficaci di simbiosi industriale nel settore alimentare dovrebbero combinare diversi elementi. Dal punto di vista della Spagna, i modelli adattabili comprendono cicli collaudati della catena del valore, come i sottoprodotti dei birrifici usati per l'alimentazione animale, i residui di frutta trasformati in cosmetici o nutraceutici e il siero di latte trasformato in bioprodotto, dimostrando architetture da rifiuto a valore replicabili. La Slovenia sottolinea che il fondamento di qualsiasi modello simbiotico è una conoscenza approfondita e la mappatura dei flussi secondari della propria azienda, che consente di individuare opportunità praticabili. Dal punto di vista dell'Italia, elementi chiave potrebbero essere logiche di scambio di informazioni tra produttori di rifiuti e aziende (compresi i settori non alimentari) che cercano molecole con proprietà presenti in determinati rifiuti.

Per quanto riguarda i meccanismi, entrambe le prospettive suggeriscono l'importanza delle piattaforme digitali, anche se la loro efficacia dipende dall'equilibrio tra specificità e rilevanza nel lungo periodo, oltre che dalla garanzia di dati di alta qualità. Anche strumenti semplici come gli inventari dei flussi secondari possono offrire un valore immediato.

Quali competenze metterebbero i manager dell'industria alimentare in grado di rendere operativa la simbiosi industriale?

Gli accademici ritengono che i manager dell'industria alimentare abbiano bisogno di un mix di **competenze tecniche, strategiche e collaborative** per rendere operativa la simbiosi industriale. Tra le competenze chiave figurano **pensiero sistemico e conoscenza della sostenibilità**, la capacità di **analizzare i flussi di materiali** e la competenza in **modelli di business circolari, valutazione del ciclo di vita e valutazione tecnico-economica**. Sono inoltre essenziali solide **capacità digitali e di gestione dei dati**, insieme alla **comprensione della normativa**.

Altrettanto importanti sono le **competenze trasversali e orientate all'innovazione**, come **collaborazione intersettoriale, negoziazione, apertura e problem solving**, che consentono ai manager di individuare e sfruttare le opportunità simbiotiche. La Slovenia sottolinea inoltre l'importanza della **progettazione sostenibile dei processi** e di una stretta **collaborazione tra industria e ricerca**, in cui è fondamentale comprendere le esigenze delle aziende e allineare gli stakeholder. Nel complesso, i manager devono combinare **competenze analitiche, tecniche e di costruzione di partnership** per attuare efficacemente la simbiosi industriale.

4. Legislazione per la simbiosi industriale nel settore alimentare europeo

4.1. Il quadro legislativo dell'Unione europea in materia di economia circolare e rifiuti

A livello UE, la simbiosi industriale non opera nell'ambito di un unico strumento legislativo dedicato. È invece influenzata da una combinazione di politiche di economia circolare e di normative settoriali.

Il Piano d'azione per l'economia circolare (CEAP) 2020 della Commissione europea è una componente centrale del Green Deal europeo e mira ad accelerare la transizione verso un modello economico rigenerativo. Promuove la progettazione sostenibile dei prodotti, la prevenzione dei rifiuti, l'efficienza delle risorse e il miglioramento dei mercati delle materie

prime secondarie. La simbiosi industriale è coerente con questi obiettivi perché può mantenere materiali e risorse in uso produttivo oltre i confini organizzativi.

Il principale quadro giuridico che disciplina i rifiuti è la direttiva 2008/98/CE relativa ai rifiuti (direttiva quadro sui rifiuti), e successive modifiche. La direttiva stabilisce concetti fondamentali tra cui la gerarchia dei rifiuti, la prevenzione dei rifiuti, il riutilizzo, il riciclaggio, il recupero, lo smaltimento, i sottoprodotti e la cessazione della qualifica di rifiuto.

I concetti di sottoprodotto e di cessazione della qualifica di rifiuto sono particolarmente importanti per la simbiosi industriale.

Ai sensi dell'articolo 5 della direttiva quadro sui rifiuti, una sostanza o un oggetto derivante da un processo di produzione il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza può essere considerato un sottoprodotto e non un rifiuto quando sono soddisfatte le pertinenti condizioni giuridiche. Queste comprendono la certezza di un ulteriore utilizzo, la possibilità di utilizzo diretto senza ulteriori trattamenti diversi dalla normale pratica industriale, la produzione come parte integrante del processo produttivo e l'ulteriore utilizzo legale senza impatti negativi complessivi sull'ambiente o sulla salute umana (direttiva 2008/98/CE).

Questa distinzione ha conseguenze pratiche significative. Quando un materiale residuo si qualifica legalmente come sottoprodotto anziché come rifiuto, la sua circolazione può essere facilitata perché non è soggetto al regime completo di gestione dei rifiuti. Ciò può rendere gli scambi simbiotici economicamente più interessanti. Tuttavia, una classificazione inappropriata potrebbe creare rischi ambientali, rendendo necessaria una vigilanza normativa.

L'articolo 6 disciplina la cessazione della qualifica di rifiuto, per cui determinati rifiuti possono cessare di essere considerati tali dopo essere stati sottoposti a riciclaggio o ad altra operazione di recupero, quando sono soddisfatte condizioni specifiche. I meccanismi di cessazione della qualifica di rifiuto possono facilitare i mercati delle materie prime

secondarie, consentendo ai materiali recuperati di rientrare nella circolazione economica produttiva.

Il quadro giuridico crea pertanto sia opportunità sia sfide. Regole chiare sui sottoprodotti e sulla cessazione della qualifica di rifiuto possono favorire la simbiosi industriale, mentre l'incertezza sullo status normativo dei materiali può scoraggiare gli investimenti e generare costi amministrativi.

4.2. Legislazione UE specifica per il settore agroalimentare rilevante per la simbiosi industriale

La simbiosi industriale agroalimentare è particolarmente complessa perché le risorse biologiche possono presentare rischi per la salute umana, animale o ambientale. Di conseguenza, diversi quadri legislativi specialistici interagiscono con il diritto dei rifiuti.

Un esempio importante è il regolamento (CE) n. 1069/2009, relativo ai sottoprodotti di origine animale e ai prodotti derivati non destinati al consumo umano. Il regolamento stabilisce norme sanitarie e classifica i sottoprodotti di origine animale in base al livello di rischio associato. Categorie diverse sono soggette a requisiti e utilizzi consentiti diversi.

Questa normativa è molto rilevante per gli scambi simbiotici che coinvolgono residui di macellazione, letame, rifiuti della ristorazione in determinate circostanze e altri materiali di origine animale. Una risorsa potenzialmente utile non può semplicemente essere trasferita tra aziende perché è stato individuato un utilizzo tecnicamente fattibile; la sua raccolta, il trasporto, la trasformazione e l'uso finale devono rispettare la normativa applicabile sui sottoprodotti di origine animale.

La legislazione sui mangimi crea un altro importante punto di interfaccia normativa. I sottoprodotti dell'industria alimentare possono talvolta essere idonei all'alimentazione animale, rappresentando potenzialmente un'applicazione a maggior valore rispetto al recupero energetico. Tuttavia, il loro uso richiede il rispetto delle norme UE in materia di sicurezza dei mangimi, igiene, tracciabilità e materiali per mangimi consentiti.

Anche la regolamentazione dei prodotti fertilizzanti crea opportunità per la circolarità dei nutrienti. Il regolamento (UE) 2019/1009, che stabilisce norme relative alla messa a disposizione sul mercato di prodotti fertilizzanti dell'UE, definisce requisiti per le diverse categorie funzionali di prodotto e per i materiali componenti. Il quadro può agevolare l'incorporazione di determinate risorse recuperate nei prodotti fertilizzanti quando sono soddisfatti i requisiti applicabili di sicurezza, qualità e dei componenti.

Ciò è rilevante per la simbiosi industriale perché i nutrienti contenuti nei residui agricoli e alimentari potrebbero potenzialmente sostituire parte della domanda di risorse fertilizzanti vergini o convenzionali. Tuttavia, il passaggio da "rifiuto" a prodotto fertilizzante commercializzabile richiede il rispetto dei pertinenti requisiti normativi e non può essere dato per scontato solo sulla base del contenuto di nutrienti.

Il riutilizzo dell'acqua rappresenta un'altra importante opportunità. Il regolamento (UE) 2020/741 recante prescrizioni minime per il riutilizzo dell'acqua stabilisce i requisiti per le acque affinate utilizzate per l'irrigazione agricola. Le sue disposizioni comprendono requisiti minimi di qualità dell'acqua, obblighi di monitoraggio, misure di gestione del rischio e responsabilità per gli attori interessati.

Nelle regioni che affrontano una scarsità idrica strutturale, come alcune zone della Spagna, i sistemi di acque affinate potrebbero costituire una componente importante della simbiosi industriale territoriale. Impianti di depurazione delle acque reflue, trasformatori alimentari, comuni, comunità di irrigazione e produttori agricoli potrebbero partecipare a reti integrate di gestione dell'acqua.

Anche la politica dell'UE sulle energie rinnovabili è rilevante per lo sviluppo di sistemi bioenergetici simbiotici. La produzione di biogas e biometano da residui agricoli e alimentari idonei può collegare aziende agricole, industrie agroalimentari, aziende di gestione dei rifiuti, operatori energetici e utilizzatori di fertilizzanti. Tuttavia, la sostenibilità ambientale dipende da fattori che includono la scelta delle materie prime, le perdite di metano, la gestione del digestato, le esigenze di trasporto e la fonte energetica sostituita.

5. Conclusioni

I risultati combinati dell'indagine, delle interviste alle aziende e delle interviste agli esperti forniscono un quadro completo dello stato attuale delle pratiche di economia circolare e della simbiosi industriale nel settore agroalimentare europeo, con evidenze tratte da Spagna, Italia e Slovenia. Nel complesso, i risultati indicano che le aziende sono sempre più consapevoli dei principi di sostenibilità ed economia circolare e hanno compiuto progressi misurabili nell'attuazione di pratiche circolari interne, in particolare nella gestione dei rifiuti, nella conformità ambientale, nell'ottimizzazione degli imballaggi, nell'efficienza idrica, nel recupero energetico e nella valorizzazione dei sottoprodotti. L'ampia adozione di pratiche di riutilizzo interno e la conformità a standard ambientali come la ISO 14001 dimostrano un cambiamento positivo verso sistemi produttivi più efficienti sotto il profilo delle risorse.

Nonostante questi progressi, l'attuazione della simbiosi industriale oltre i confini aziendali resta limitata. Le collaborazioni stabili e di lungo periodo per lo scambio di sottoprodotti e la condivisione intersettoriale delle risorse sono ancora relativamente poco comuni, a riflesso di persistenti barriere strutturali, normative ed economiche. La complessità normativa, gli oneri amministrativi, le incertezze sulla classificazione dei rifiuti e sui quadri giuridici, i requisiti di sicurezza alimentare e di tracciabilità e la deperibilità dei sottoprodotti alimentari limitano tutti lo sviluppo di reti di simbiosi industriale più ampie. Inoltre, le quantità relativamente ridotte di sottoprodotti generate da molte aziende limitano spesso la fattibilità economica di raccolta, trasporto, stoccaggio, test e certificazione in assenza di un sostegno finanziario esterno.

La ricerca individua inoltre significative sfide organizzative e legate alla conoscenza. I risultati dell'indagine rivelano importanti lacune di competenze tecniche, normative e digitali, in particolare in ambiti come la gestione dell'energia (ISO 50001), la valutazione del ciclo di vita, le Dichiarazioni ambientali di prodotto (EPD) e le metodologie avanzate di economia circolare. Il limitato investimento nella formazione dei dipendenti restringe ulteriormente la capacità delle aziende di adottare modelli di business circolari e pratiche

di simbiosi industriale più sofisticati. Le interviste agli esperti rafforzano questi risultati sottolineando la necessità di competenze tecniche specialistiche, di strumenti digitali per la mappatura dei flussi secondari e il matchmaking e di un più forte trasferimento di conoscenze tra mondo accademico e industria.

Allo stesso tempo, lo studio evidenzia numerose opportunità per accelerare la simbiosi industriale nel settore alimentare. Aziende ed esperti hanno individuato in modo costante come fattori abilitanti chiave partnership più solide tra aziende, piattaforme digitali di collaborazione, banche dati accessibili per lo scambio di sottoprodotti, quadri normativi più chiari e armonizzati e un migliore sostegno politico. L'innovazione tecnologica — comprese biotecnologie, bioraffinerie, tecnologie avanzate di estrazione e sistemi di recupero delle risorse — è stata riconosciuta come in grado di offrire un potenziale significativo per trasformare i residui del settore alimentare in prodotti ad alto valore, migliorando al contempo l'efficienza delle risorse e riducendo gli impatti ambientali. Si prevede inoltre che i crescenti impegni ESG, i requisiti di certificazione della sostenibilità e l'evoluzione delle politiche europee di economia circolare incoraggino ulteriormente gli investimenti in soluzioni circolari.

Sebbene ciascun paese partecipante dimostri punti di forza e priorità diversi, emerge una visione comune. La Spagna enfatizza l'attuazione pratica, i cluster industriali e la collaborazione orientata al mercato; la Slovenia si concentra sull'innovazione tecnologica e sul recupero di risorse ad alto valore; l'Italia sottolinea la ricerca applicata, i progetti pilota e gli ecosistemi regionali di innovazione. Nel loro insieme, questi approcci complementari mostrano che una simbiosi industriale efficace richiede l'integrazione di innovazione tecnologica, modelli di business pratici, una governance di sostegno e reti collaborative.

In conclusione, i risultati dimostrano che il settore agroalimentare europeo ha costruito una solida base per far progredire le pratiche di economia circolare, ma deve ancora realizzare appieno il potenziale della simbiosi industriale. Sbloccare questo potenziale richiederà sforzi coordinati per rafforzare le competenze tecniche, migliorare la chiarezza

normativa, potenziare gli incentivi economici, ampliare l'infrastruttura digitale e promuovere una collaborazione di lungo periodo tra imprese, ricercatori, decisori politici e altri attori dell'innovazione. Un approccio integrato di questo tipo sarà essenziale per superare le barriere esistenti, aumentare l'efficienza delle risorse e sostenere la transizione verso un sistema alimentare europeo più circolare, resiliente e sostenibile.

Riferimenti bibliografici

- Albino, V., Fraccascia, L., & Giannoccaro, I. (2015). Exploring the role of contracts to support the emergence of self-organized industrial symbiosis networks: An agent-based simulation study. *Journal of Cleaner Production*, 112, 4353–4366.
- Awasthi, M. K., Sarsaiya, S., Wainaina, S., Rajendran, K., Kumar, S., Quan, W., et al. (2019). A critical review of organic manure biorefinery models toward sustainable circular bioeconomy: Technological challenges, advancements, innovations, and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 111, 115–131.
- Chertow, M. R. (2000). Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25, 313–337.
- Cristóbal, J., Matos, C. T., Aurambout, J. P., Manfredi, S., & Kavalov, B. (2018). Environmental sustainability assessment of bioeconomy value chains. *Biomass and Bioenergy*, 89, 159–171.
- Costa, I., & Ferrão, P. (2010). A case study of industrial symbiosis development using a middle-out approach. *Journal of Cleaner Production*, 18(10–11), 984–992.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*.
<https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/4384c08da576329c/original/Towards-a-circular-economy-Business-rationale-for-an-accelerated-transition.pdf>
- European Commission. (2020). A new Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe. COM(2020) 98 final. Brussels: European Commission.



- European Parliament and Council. (2008). Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. Official Journal of the European Union, L 312, 3–30.
- European Parliament and Council. (2009). Regulation (EC) No 1069/2009 laying down health rules as regards animal by-products and derived products not intended for human consumption. Official Journal of the European Union, L 300.
- European Parliament and Council. (2019). Regulation (EU) 2019/1009 laying down rules on the making available on the market of EU fertilising products. Official Journal of the European Union, L 170.
- European Parliament and Council. (2020). Regulation (EU) 2020/741 on minimum requirements for water reuse. Official Journal of the European Union, L 177.
- Lombardi, D. R., & Laybourn, P. (2012). Redefining industrial symbiosis. Journal of Industrial Ecology, 16(1), 28–37.
- Mirabella, N., Castellani, V., & Sala, S. (2014). Current options for the valorization of food manufacturing waste: A review. Journal of Cleaner Production, 65, 28–41.

Per ulteriori riferimenti, si prega di consultare:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1YiTqW2bEfE9oUxxlYBayaTa_m0SFJzt/edit?gid=264532063#gid=264532063