



Corso di laurea in Economia e Management

Cattedra Economia E Gestione Delle Imprese

## LE IMPRESE ITALIANE E LE TECNOLOGIE DELL'AGRICOLTURA 4.0

Prof.ssa Maria Isabella Leone

---

RELATORE

Vincenzo Somma

---

CANDIDATO

Anno Accademico 2024/2025



## INDICE

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Ringraziamenti.....</b>                                                                 | <b>5</b>  |
| <b>Introduzione .....</b>                                                                  | <b>6</b>  |
| <b>Capitolo 1. L'agricoltura 4.0.....</b>                                                  | <b>7</b>  |
| <b>1.1 Introduzione al 4.0.....</b>                                                        | <b>7</b>  |
| 1.1.1 Origine e contesto dell'Industria 4.0.....                                           | 7         |
| 1.1.2 Definizione del termine: "Agricoltura 4.0" .....                                     | 7         |
| 1.1.3 I 3 obiettivi: efficienza, produttività e sostenibilità.....                         | 8         |
| <b>1.2 Contesto Storico e prospettive future .....</b>                                     | <b>9</b>  |
| 1.2.1 Le fasi dell'evoluzione agricola .....                                               | 9         |
| 1.2.2 Il settore agricolo nel contesto dell'Unione Europea .....                           | 11        |
| 1.2.3 Il settore agricolo nel contesto italiano .....                                      | 12        |
| <b>1.3 Le nuove tecnologie .....</b>                                                       | <b>13</b> |
| 1.3.1 Le tecnologie abilitanti.....                                                        | 13        |
| 1.3.2 Big Data.....                                                                        | 13        |
| 1.3.3 Blockchain.....                                                                      | 13        |
| 1.3.4 Artificial Intelligence .....                                                        | 14        |
| 1.3.6 Internet of Things .....                                                             | 15        |
| <b>1.4 Gli obiettivi della sostenibilità .....</b>                                         | <b>16</b> |
| 1.4.1 Agenda 2030 .....                                                                    | 16        |
| 1.4.2 L'agricoltura sostenibile.....                                                       | 18        |
| 1.4.3 Agricoltura sostenibile ed economia circolare .....                                  | 18        |
| <b>Capitolo 2. Le innovazioni per l'Agricoltura 4.0.....</b>                               | <b>21</b> |
| <b>2.1 L'innovazione.....</b>                                                              | <b>21</b> |
| 2.1.1 La definizione di Innovazione.....                                                   | 21        |
| 2.1.2 Le tipologie di innovazione: prodotto e processo .....                               | 22        |
| 2.1.3 Le tipologie di innovazione: radicale o incrementale .....                           | 22        |
| 2.1.4 Le tipologie di innovazione: disruptive.....                                         | 23        |
| 2.1.5 L'adozione delle tecnologie innovative .....                                         | 23        |
| <b>2.2 La blockchain .....</b>                                                             | <b>25</b> |
| 2.2.1 La storia della blockchain .....                                                     | 25        |
| 2.2.2 Il funzionamento della blockchain .....                                              | 26        |
| 2.2.3 La blockchain nell'agrifood .....                                                    | 27        |
| <b>2.3 Intelligenza Artificiale: Automazione e Decision-Making .....</b>                   | <b>29</b> |
| 2.3.1 Il metaverso .....                                                                   | 29        |
| 2.3.2 Digital Twins: I modelli di simulazione.....                                         | 30        |
| 2.3.3 Le macchine agricole intelligenti .....                                              | 30        |
| 2.3.4 La gestione delle risorse idriche con l'AI .....                                     | 32        |
| 2.3.5 L'evoluzione dell'allevamento attraverso l'AI .....                                  | 33        |
| <b>2.4 Sfide e opportunità delle nuove tecnologie .....</b>                                | <b>33</b> |
| 2.4.1 Le sfide.....                                                                        | 33        |
| 2.4.2 Contraffazione agroalimentare e il fenomeno dell'Italian Sounding .....              | 34        |
| 2.4.3 Le barriere economiche come determinanti dell'innovazione .....                      | 36        |
| 2.4.4 Resistenza al cambiamento e competenze digitali .....                                | 37        |
| 2.4.5 Le opportunità concesse dall'Unione Europea.....                                     | 38        |
| <b>Capitolo 3. Le imprese italiane riusciranno ad adattarsi a questi cambiamenti?.....</b> | <b>39</b> |
| <b>3.1 L'Italia e l'agricoltura.....</b>                                                   | <b>39</b> |
| 3.1.1 Introduzione .....                                                                   | 39        |
| 3.1.2 Il peso dell'agricoltura in Italia .....                                             | 39        |

|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1.3 L'accesso al credito delle imprese agricole italiane .....                        | 41        |
| 3.1.4 Il divario tra Nord e Sud.....                                                    | 43        |
| 3.1.5 I danni dei cambiamenti climatici e dell'urbanizzazione in Italia.....            | 44        |
| 3.1.6 La posizione dell'Italia nel panorama europeo. ....                               | 45        |
| 3.1.7 Trump e l'impatto sul Made in Italy .....                                         | 46        |
| <b>3.2 Le PMI italiane .....</b>                                                        | <b>47</b> |
| 3.2.1 Le caratteristiche delle PMI italiane.....                                        | 47        |
| 3.2.2 PMI ed innovazione: come interagiscono? .....                                     | 47        |
| 3.2.3 Le diverse tipologie di PMI innovatrici .....                                     | 48        |
| <b>3.3 Le politiche europee.....</b>                                                    | <b>49</b> |
| 3.3.1 Il Green Deal europeo .....                                                       | 49        |
| 3.3.2 Il meccanismo per una transizione giusta .....                                    | 50        |
| 3.3.3 Altri programmi di finanziamento: Il fondo per l'innovazione.....                 | 51        |
| 3.3.4 Strategia farm to fork .....                                                      | 52        |
| <b>3.4 LA Politica Agricola Comune.....</b>                                             | <b>53</b> |
| 3.4.1 La nuova PAC .....                                                                | 53        |
| 3.4.2 Gli obiettivi della PAC .....                                                     | 54        |
| 3.4.3 I punti della riforma.....                                                        | 56        |
| 3.4.4 I due pilastri della PAC .....                                                    | 56        |
| 3.4.5 I piani strategici nazionali .....                                                | 57        |
| 3.4.6 Il piano strategico italiano .....                                                | 58        |
| <b>3.5 PNRR .....</b>                                                                   | <b>59</b> |
| 3.5.1 Il piano nazionale ripresa e resilienza .....                                     | 59        |
| 3.5.2 Rivoluzione Verde e Transizione ecologica.....                                    | 60        |
| <b>3.6 Riusciranno le imprese italiane ad adattarsi a questi cambiamenti? .....</b>     | <b>61</b> |
| 3.6.1 Riflessioni conclusive .....                                                      | 61        |
| <b>Capitolo 4. Applicazione Pratica delle tecnologie dell'Agricoltura 4.0.....</b>      | <b>63</b> |
| <b>4.1 Modelli europei di riferimento .....</b>                                         | <b>63</b> |
| 4.1.1 Introduzione ai case studies.....                                                 | 63        |
| 4.1.2 Agreenculture .....                                                               | 63        |
| 4.1.3 Nestlé.....                                                                       | 64        |
| 4.1.4 Bosch .....                                                                       | 64        |
| <b>4.2 Imprese italiane che hanno adottato le tecnologie dell'Agricoltura 4.0 .....</b> | <b>65</b> |
| 4.2.1 Bonifiche Ferraresi .....                                                         | 65        |
| 4.2.3 Barilla e la blockchain: innovazione nella tracciabilità alimentare.....          | 66        |
| 4.2.4 Il Piano Industriale 2024-2027 di Granarolo.....                                  | 67        |
| 4.2.5 I case studies: analogie e contrasti .....                                        | 67        |
| <b>4.3 Il mio family business .....</b>                                                 | <b>68</b> |
| 4.3.1 La nostra storia.....                                                             | 68        |
| 4.3.2 Gli investimenti del Vivaio Somma in 4.0 .....                                    | 69        |
| <b>4.4 Il mio contributo alla transizione 4.0 .....</b>                                 | <b>70</b> |
| 4.4.1 Intelligenza Artificiale per il monitoraggio delle piante nei vivai .....         | 70        |
| 4.4.2 Blockchain e tracciabilità digitale tramite QR code.....                          | 70        |
| 4.4.3 Macchine intelligenti per l'automazione delle operazioni nei vivai .....          | 71        |
| <b>Conclusioni.....</b>                                                                 | <b>73</b> |
| <b>Bibliografia.....</b>                                                                | <b>74</b> |
| <b>Sitografia .....</b>                                                                 | <b>75</b> |

## Ringraziamenti

Il mio percorso universitario è giunto al termine, e adesso è arrivato quel momento che tutti aspettano (e forse anche io): i ringraziamenti. Da dove cominciare, se non da chi ha reso tutto questo possibile: i miei genitori. A loro va il mio più profondo grazie, per avermi sempre sostenuto in ogni scelta, con fiducia e concedendomi la libertà di scegliere che tanto amo. Un grazie speciale va anche ai miei colleghi, molti dei quali sono diventati amici veri. Con loro ho condiviso momenti di studio e di vita che porterò sempre con me. Un ringraziamento speciale va a me stesso, per non aver mollato mai, per la fame di conoscenza, la determinazione e la spinta costante nel realizzare i miei obiettivi. Infine, un sentito grazie a *mamma Luiss*, per tutte le opportunità che mi ha offerto: studiare all'estero, conoscere storie di persone straordinarie e affinare le mie competenze in ambito economico. È stato un viaggio meraviglioso, che farà per sempre parte della mia vita. Grazie a tutte le persone con cui ho condiviso questo percorso!

## Introduzione

Negli ultimi anni, il settore agricolo si è trovato al centro di un processo di trasformazione profondo, spinto dall'urgenza di affrontare sfide globali come il cambiamento climatico, la scarsità di risorse e la crescente domanda alimentare. In questo contesto, il concetto di *Agricoltura 4.0* rappresenta un nuovo modello produttivo che integra tecnologie digitali avanzate come l'intelligenza artificiale, la *blockchain*, l'*Internet of Things* e i *Big Data* per rendere l'agricoltura più efficiente, sostenibile e competitiva. L'obiettivo del presente elaborato è analizzare l'impatto di queste tecnologie sul settore agricolo, con un focus particolare sulle piccole e medie imprese italiane, che costituiscono la spina dorsale del sistema agroalimentare nazionale. Dopo aver delineato il quadro teorico e storico dell'evoluzione agricola, si approfondiranno le principali innovazioni digitali e le opportunità che esse offrono, nonché le criticità e le barriere che ne ostacolano la diffusione. Verranno esaminate anche le strategie dell'Unione Europea e del governo italiano, come la nuova Politica Agricola Comune (PAC), il *Green Deal* e il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), strumenti fondamentali per favorire la transizione verso un'agricoltura sostenibile e tecnologicamente avanzata. Infine, attraverso l'analisi di casi aziendali quali Bonifiche Ferraresi, Barilla, Granarolo e un approfondimento su una realtà imprenditoriale familiare, si intende valutare le modalità e i risultati dell'adozione delle tecnologie 4.0, offrendo spunti di riflessione su come le PMI italiane possano affrontare con successo questa rivoluzione.

## Capitolo 1. L'agricoltura 4.0

### 1.1 Introduzione al 4.0

#### 1.1.1 Origine e contesto dell'Industria 4.0

L'Industria 4.0, anche conosciuta come Quarta Rivoluzione Industriale, nasce dall'evoluzione e dall'integrazione delle tecnologie digitali nei processi produttivi. Il concetto è stato introdotto per la prima volta in Germania nel 2011, con la presentazione del progetto strategico “*Plattform Industrie 4.0*”, mirato alla modernizzazione dell'industria manifatturiera nazionale. Successivamente, iniziative simili sono state sviluppate in altri paesi, come l’“*Industrial Internet Consortium*” negli Stati Uniti e l’“*Industrial Value Chain Initiative*” in Giappone, confermando la portata globale del fenomeno. Il termine “Industria 4.0” riflette la volontà di superare i limiti dei modelli industriali precedenti (1.0,2.0,3.0) attraverso l'uso di tecnologie intelligenti e interconnesse, come l’*Internet of Things (IoT)*, l’*artificial intelligence*, la robotica autonoma, il *cloud computing* e l'analisi dei *big data*. (Suleiman, Z., et al.,2022). Dall'industria 4.0 si sviluppa quel che sarà il centro di questa lettura: “L'Agricoltura 4.0”.

#### 1.1.2 Definizione del termine: “Agricoltura 4.0”

“Con il termine “Agricoltura 4.0” si intende l'evoluzione dell'agricoltura di precisione, realizzata attraverso la raccolta automatica, l'integrazione e l'analisi di dati provenienti dal campo, da sensori e da qualsiasi altra fonte terza. Tutto questo è abilitato dall'utilizzo di tecnologie digitali 4.0, che rendono possibile la creazione di conoscenza e il supporto all'agricoltore nel processo decisionale relativo alla propria attività e al rapporto con altri soggetti della filiera, rompendo (almeno potenzialmente) i confini della singola impresa. Lo scopo ultimo è quello di aumentare la profittabilità e la sostenibilità economica, ambientale e sociale dell'agricoltura. ”<sup>1</sup>

Questo cambiamento rappresenta una vera e propria innovazione radicale per le aziende agricole. L'Agricoltura 4.0 permette di abbandonare una gestione basata sull'esperienza pratica, tramandata da generazione in generazione, per adottare un approccio *data driven*,

---

<sup>1</sup> [https://blog.osservatori.net/it\\_it/agricoltura-4.0-significato](https://blog.osservatori.net/it_it/agricoltura-4.0-significato)

in cui ogni scelta è basata su dati e analisi. Attraverso le relazioni create tra tutti gli attori della filiera, in aggiunta alle nuove tecnologie, l'Agricoltura 4.0 è una soluzione alle problematiche globali, come il cambiamento climatico, la necessità di un aumento della produttività e l'esigenza di mantenere la sostenibilità ambientale nelle pratiche agricole. (Ibidem)

### ***1.1.3 I 3 obiettivi: efficienza, produttività e sostenibilità***

L'Agricoltura 4.0 rappresenta una rivoluzione nel settore agricolo, mirata a combinare efficienza, produttività e sostenibilità attraverso l'uso delle nuove tecnologie. L'utilizzo di strumenti come *l'Internet of Things (IoT)*, l'analisi dei *Big Data* e la *Blockchain* consente di monitorare le coltivazioni e ottimizzare l'uso delle risorse, riducendo gli sprechi e migliorando la gestione delle attività agricole. Grazie all'utilizzo di sensori e altri dispositivi, è possibile determinare in tempo reale le necessità idriche delle colture, evitando irrigazioni superflue e preservando risorse preziose come l'acqua. L'introduzione di macchinari agricoli intelligenti, come droni e trattori autonomi, permette di raccogliere dati dettagliati sullo stato del suolo e delle coltivazioni, migliorando l'efficienza della produzione. Inoltre, l'attenzione alla tracciabilità lungo tutta la filiera produttiva, resa possibile da tecnologie come la *Blockchain*, offre la possibilità di monitorare ogni fase del processo, garantendo al consumatore finale prodotti di qualità certificata e trasparenza sulle origini e i metodi di produzione utilizzati. Questo approccio digitale consente alle imprese agricole di rispondere rapidamente ai cambiamenti della domanda e alle esigenze del mercato, adattando l'offerta e differenziandosi per innovazione e sostenibilità. Grazie alla digitalizzazione dei processi e all'adozione di tecnologie innovative, le imprese possono ottenere significativi vantaggi competitivi, riducendo i costi operativi e differenziandosi dalla concorrenza attraverso un'offerta più efficiente, sostenibile e tecnologicamente avanzata.<sup>2</sup> Per raggiungere questi obiettivi, a livello europeo è stato avviato nel gennaio 2024 il dialogo strategico sul futuro dell'agricoltura nell'UE, un forum volto a creare una visione comune per l'agricoltura europea. Il dialogo strategico coinvolge i principali *stakeholder* dell'intera filiera

---

<sup>2</sup> <https://www.esg360.it/environmental/agricoltura-sostenibile-cose-e-come-funziona/#:~:text=L'Agricoltura%204.0%20con%20la,qualit%C3%A0%20e%20ridurre%20gli%20sprechi.>

agroalimentare, tra cui agricoltori, cooperative, imprese agroalimentari, comunità rurali, organizzazioni non governative, rappresentanti della società civile, istituzioni finanziarie e il mondo accademico, creando uno spazio di confronto e collaborazione per definire le strategie del settore. L'iniziativa affronta temi cruciali come la sostenibilità, l'adozione di tecnologie innovative e il rafforzamento della competitività del settore.<sup>3</sup> In Italia, nello specifico, il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) destina investimenti significativi per favorire la transizione verso l'Agricoltura 4.0, puntando sulla digitalizzazione, sull'innovazione tecnologica e sulla promozione della sostenibilità ambientale.<sup>4</sup>

## **1.2 Contesto Storico e prospettive future**

### ***1.2.1 Le fasi dell'evoluzione agricola***

Per comprendere appieno il concetto di Agricoltura 4.0, è essenziale esaminare l'evoluzione storica dell'agricoltura e le trasformazioni che hanno progressivamente ridefinito questo settore. Fino alla prima metà del Novecento, l'agricoltura era caratterizzata da un approccio tradizionale basato quasi esclusivamente sul lavoro manuale, con un terzo della popolazione attiva coinvolta nelle attività agricole. Questo modello, noto come Agricoltura 1.0, si distingueva per una produttività molto bassa, limitata da tecnologie ormai obsolete. Il primo grande cambiamento avvenne negli anni Cinquanta, durante la Rivoluzione Verde, quando l'introduzione di nuove pratiche agricole, l'impiego di prodotti chimici innovativi e l'utilizzo di macchinari più performanti permisero di aumentare significativamente la produttività e abbassare i costi dei fattori produttivi. Questo segnò l'inizio dell'Agricoltura 2.0, che rese il settore più efficiente e preparato a soddisfare la crescente domanda alimentare globale. Negli anni Novanta, un'ulteriore svolta fu rappresentata dall'introduzione delle tecnologie *GPS*, che consentirono una raccolta di dati più precisa. Nacque così l'Agricoltura 3.0, meglio nota come agricoltura di precisione, che si focalizzava sull'uso di strumenti informatici e digitali per effettuare interventi mirati, tenendo conto delle specifiche esigenze delle colture e delle caratteristiche del suolo. Questa fase puntava a massimizzare la resa

---

<sup>3</sup> [agriculture.ec.europa.eu](https://agriculture.ec.europa.eu)

<sup>4</sup> <https://www.italiadomani.gov.it>

produttiva, migliorare la qualità delle produzioni e ridurre al minimo i costi e gli impatti ambientali. Tecniche di irrigazione, semina, fertilizzazione e altri interventi rientravano in questa categoria, purché fossero gestiti con estrema precisione. Il modello dell'agricoltura di precisione fu poi esteso anche al settore zootecnico con il termine di *Precision Farming*, che applicava gli stessi principi per ottimizzare la gestione degli allevamenti. A partire dal 2010, con l'avvento delle tecnologie digitali avanzate, si è compiuto un ulteriore passo evolutivo con l'introduzione dell'Agricoltura 4.0.<sup>5</sup>

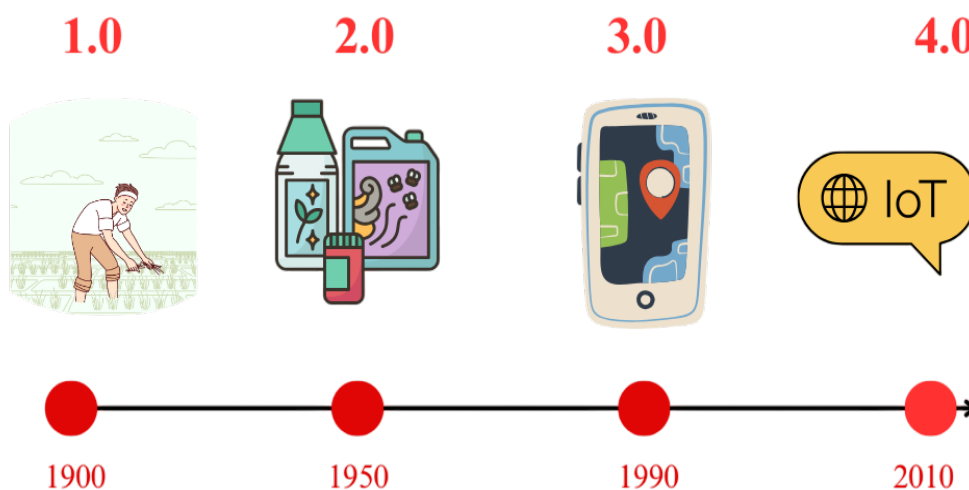


Figura 1: Fasi dell'agricoltura, elaborazione personale dell'autore, 2025

<sup>5</sup> <https://blog.osservatori.net/agricoltura-4-0-cose-vantaggi-tecnologie?>

### ***1.2.2 Il settore agricolo nel contesto dell'Unione Europea***

L'agricoltura nell'Unione Europea si trova in una fase cruciale, caratterizzata da sfide senza precedenti e dalla necessità di profonde trasformazioni per rispondere a questioni globali come la crisi climatica, la perdita di biodiversità e l'inquinamento. Questi fenomeni minacciano la sostenibilità dei sistemi agroalimentari e richiedono un cambiamento delle politiche e delle pratiche agricole in uso fino ad oggi. Una delle principali strategie dell'UE per affrontare queste sfide è la revisione della Politica Agricola Comune (PAC). La PAC rivista punta a una transizione verso sistemi agroalimentari più sostenibili e inclusivi. Tra gli obiettivi principali, vi è il sostegno socioeconomico mirato agli agricoltori, con particolare attenzione ai piccoli produttori, ai giovani agricoltori e alle aziende situate in aree con vincoli naturali. La nuova PAC prevede inoltre incentivi specifici per premiare gli agricoltori che adottano pratiche ecologicamente responsabili, come la riduzione dell'uso di fertilizzanti chimici, la gestione sostenibile del suolo e la protezione della biodiversità. Un aspetto innovativo della PAC è l'introduzione di indicatori comuni per monitorare i progressi, assicurando che gli Stati membri possano misurare e confrontare i risultati raggiunti in termini di sostenibilità.<sup>6</sup> Parallelamente, l'Unione Europea con il "Dialogo Strategico sul Futuro dell'Agricoltura dell'UE" mira a costruire una linea comune da seguire all'interno dei confini. I partecipanti hanno lavorato su temi fondamentali come la promozione dell'innovazione tecnologica e la definizione di un quadro normativo coerente che integri gli aspetti economici, ambientali e sociali. Un esempio di questo approccio è la proposta di istituire una piattaforma europea per l'agroalimentare (*European Board on Agri-food, EBAF*), che funzioni come un facilitatore per il dialogo tra tutti gli attori della filiera. Queste iniziative si collocano in un quadro più ampio di trasformazione che mira a migliorare le condizioni socioeconomiche nelle aree rurali, a contrastare il declino demografico e le disuguaglianze tra aree urbane e rurali. (European Commission, 2024)

---

<sup>6</sup> [agriculture.ec.europa.eu](https://agriculture.ec.europa.eu)

### ***1.2.3 Il settore agricolo nel contesto italiano***

L'Italia, attraverso il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), si propone di guidare una trasformazione profonda nel settore agricolo, promuovendo pratiche sostenibili e innovative grazie all'introduzione delle tecnologie dell'Agricoltura 4.0. Nell'ambito della missione "Rivoluzione verde e transizione ecologica," il governo italiano ha stanziato importanti risorse per favorire l'adozione di nuove tecnologie nel comparto agricolo. Uno degli interventi centrali è rappresentato proprio dall'investimento "Innovazione e meccanizzazione nel settore agricolo e alimentare," che mira a incentivare l'acquisto di tecnologie avanzate come sensori, droni, sistemi di agricoltura di precisione e piattaforme digitali. Questi strumenti consentono di ottimizzare l'utilizzo di risorse naturali, riducendo l'impiego di pesticidi fino al 40%, il consumo di acqua e le emissioni di CO<sub>2</sub>, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità fissati a livello europeo e globale. Un ulteriore aspetto dell'intervento riguarda il miglioramento delle filiere agroalimentari, che verranno sostenute attraverso l'innovazione nei processi di trasformazione, stoccaggio e confezionamento dei prodotti. Queste innovazioni ridurranno gli sprechi alimentari e garantiranno una maggiore competitività dei prodotti italiani sia sul mercato interno che quello internazionale. Le iniziative del PNRR sono pensate soprattutto per supportare le piccole e medie imprese agricole, spesso penalizzate dalla mancanza di risorse economiche per l'innovazione. Attraverso il potenziamento dell'accesso al credito e il sostegno diretto agli investimenti in tecnologie avanzate, il piano mira a ridurre il divario tecnologico tra le aziende agricole, promuovendo una maggiore equità. Particolare attenzione è riservata ai giovani agricoltori, che saranno incoraggiati a entrare nel settore grazie a politiche che favoriscono il ricambio generazionale, l'accesso alla terra e la formazione su tecniche e strumenti moderni. L'obiettivo non è solo quello di incrementare la produttività, ma anche di integrare pienamente l'agricoltura nei principi dell'economia circolare, rendendo il settore una leva fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi dell'Agenda 2030. Attraverso queste strategie, l'Italia punta a diventare un modello di riferimento in Europa per l'agricoltura del futuro.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> italiadomani.gov.it

## **1.3 Le nuove tecnologie**

### ***1.3.1 Le tecnologie abilitanti***

“La Commissione definisce le tecnologie abilitanti come tecnologie "ad alta intensità di conoscenza e associate ad elevata intensità di R & S, a cicli d'innovazione rapidi, a consistenti spese di investimento e a posti di lavoro altamente qualificati. Rendono possibile l'innovazione nei processi, nei beni e nei servizi in tutti i settori economici e hanno quindi rilevanza sistemica. Sono multidisciplinari, interessano tecnologie di diversi settori e tendono a convergere e a integrarsi. Possono aiutare i leader nelle tecnologie di altri settori a trarre il massimo vantaggio dalle loro attività di ricerca.”<sup>8</sup>

Nell’ambito dell’Agricoltura 4.0. le tecnologie che stanno trasformando il settore sono: *Big Data*, *Blockchain*, *Cloud*, *Droni*, *Artificial Intelligence* e sistemi *IoT (Internet of Things)*. (*ibidem*)

### ***1.3.2 Big Data***

I *Big Data* rappresentano l’insieme di informazioni generate da strumenti diversi e utilizzate per ottimizzare la produzione agricola. Questi dati provengono da fonti come: sensori, droni, satelliti o sistemi computerizzati. La loro gestione efficace si basa sulla capacità di integrarli e analizzarli in tempo reale, consentendo di ottenere risultati affidabili e utili per generare valore. Questa capacità permette di migliorare i processi decisionali, ottimizzare le risorse e aumentare la sostenibilità della produzione agricola. (*ibidem*)

### ***1.3.3 Blockchain***

La tecnologia *blockchain* rappresenta una delle innovazioni chiave per affrontare le sfide dell'agricoltura moderna, grazie alla sua capacità di garantire tracciabilità, sicurezza e trasparenza lungo l'intera filiera agroalimentare. Attraverso una rete decentralizzata, ogni fase del processo produttivo può essere monitorata e certificata in tempo reale, dalla

---

<sup>8</sup> [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/memo\\_12\\_484](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/memo_12_484)

coltivazione dei prodotti agricoli fino alla distribuzione finale. Gli agricoltori possono beneficiare di una maggiore tutela della qualità dei loro prodotti, mentre i consumatori, tramite strumenti digitali come smartphone e app, possono accedere facilmente a informazioni dettagliate sull'origine, sui metodi di produzione e sulla sostenibilità dei prodotti che acquistano. Questo approccio risulta particolarmente utile per la valorizzazione del *Made in Italy*, garantendo l'autenticità e la qualità dei prodotti tipici italiani, spesso soggetti a fenomeni di contraffazione o *Italian sounding*. Inoltre, la *blockchain* permette di gestire in modo più efficace le crisi legate alla sicurezza alimentare, come il ritiro rapido di lotti contaminati, e favorisce una maggiore equità all'interno della filiera, poiché ogni attore può verificare e certificare il proprio contributo senza dipendere da intermediari. L'applicazione della *blockchain* è utile anche per gestire pagamenti assicurativi agli agricoltori in caso di danni climatici, tutelare la proprietà dei terreni tramite registri digitali sicuri e monitorare la sostenibilità ambientale dei progetti agricoli. (RuralHack, s.d.)

#### ***1.3.4 Artificial Intelligence***

L'intelligenza artificiale (IA) comprende una vasta gamma di attività caratteristiche dell'intelletto umano, replicate attraverso sistemi informatici avanzati. Queste includono la pianificazione strategica, la comprensione del linguaggio naturale, il riconoscimento di immagini e suoni, l'apprendimento automatico e la capacità di risolvere problemi complessi. Uno degli ambiti più promettenti di applicazione dell'IA è il miglioramento genetico delle piante. Ad esempio, grazie a un algoritmo di Machine Learning, è stato possibile effettuare analisi predittive sul comportamento genetico di alcune piante in situazioni di stress ambientale, come freddo, siccità o attacchi di parassiti. Questo sistema, addestrato con dati dettagliati relativi alle caratteristiche genetiche di specie già ben studiate (come mais, pomodoro e *Arabidopsis*), è in grado di identificare i geni più rilevanti per la sopravvivenza delle piante in condizioni difficili. L'IA incrocia le informazioni disponibili per prevedere quali geni attivare per garantire una risposta ottimale alle avversità ambientali. Tali previsioni potrebbero rivoluzionare le tecniche di selezione genetica, permettendo lo sviluppo di colture più resistenti e produttive, essenziali per affrontare le sfide legate al cambiamento climatico. Nel campo delle

tecniche agricole, l'intelligenza artificiale sta diventando un elemento centrale nel passaggio da agricoltura di precisione a quella 4.0. L'Agricoltura di precisione adotta tecnologie digitali e sensori avanzati per raccogliere dati relativi alle condizioni del suolo, delle colture e dell'ambiente circostante. Questi dati permettono agli agricoltori di adottare interventi agronomici mirati. Con l'utilizzo dell'intelligenza artificiale i macchinari agricoli sono sempre più spesso dotati di sistemi di guida autonoma e software decisionali. L'IA, integrata in queste tecnologie, consente una gestione più veloce e automatizzata delle operazioni agricole, come la semina, l'irrigazione e la raccolta, con una precisione senza precedenti. Inoltre, l'uso di sistemi predittivi basati sull'intelligenza artificiale permette di anticipare eventi critici, come infestazioni o condizioni climatiche avverse, fornendo agli agricoltori strumenti per evitare ingenti perdite.<sup>9</sup>

### ***1.3.6 Internet of Things***

“L’*IoT* è la tecnologia che consente agli oggetti “intelligenti”, connessi in rete tra loro e con una centrale di controllo tramite *Internet*, di scambiarsi informazioni utili a migliorare le condizioni di vita e di sviluppo delle piante, grazie all’identificazione a radiofrequenza, a reti *wireless* o alla comunicazione *machine-to-machine*, fino ad arrivare all’interazione uomo-macchina, al middleware, ai servizi web e ai sistemi informativi.”<sup>10</sup>

L'*Internet of Things* (IoT) sta trasformando profondamente l'agricoltura, rendendola più efficiente, sostenibile e produttiva. Attraverso l'uso di sensori, dispositivi connessi e piattaforme cloud, è possibile monitorare in tempo reale parametri critici come l'umidità del suolo, la temperatura, la qualità dell'aria e la luminosità, offrendo agli agricoltori un controllo senza precedenti sulle loro coltivazioni. Questi dati, raccolti in modo continuo e analizzati da sistemi avanzati, consentono di ottimizzare l'uso delle risorse, riducendo sprechi e costi. Ad esempio, i sistemi di irrigazione intelligenti regolano automaticamente il flusso d'acqua in base alle necessità specifiche delle piante, garantendo un uso sostenibile di una risorsa sempre più scarsa. Allo stesso modo, dispositivi *IoT* applicati al monitoraggio delle colture permettono di individuare tempestivamente la presenza di

---

<sup>9</sup> <https://www.georgofili.info/contenuti/le-nuove-frontiere-dellintelligenza-artificiale-in-agricoltura/28589#:~:text=L'Agricoltura%204.0%20implica%20un,maniera%20pi%C3%B9%20semplice%20e%20rapida>.

<sup>10</sup> <https://www.esg360.it/agrifood/agricoltura-4-0-cose-incentivi-e-tecnologie-abilitanti>

parassiti o malattie, limitando l'uso di pesticidi e migliorando la qualità del raccolto. Anche i macchinari agricoli beneficiano dell'integrazione con l'*IoT*: i trattori e le mietitrebbiatrici connessi possono essere programmati per operare in modo autonomo, massimizzando la precisione e l'efficienza nei processi di semina, raccolta e trattamento del terreno. Un ulteriore vantaggio dell'*IoT* in agricoltura è la possibilità di monitorare interi appezzamenti di terreno da remoto. Gli agricoltori, tramite *smartphone* o *computer*, possono accedere ai dati raccolti dai sensori e prendere decisioni informate in tempo reale. Questo è particolarmente utile in contesti climatici imprevedibili, dove una risposta rapida può fare la differenza tra un raccolto abbondante e uno danneggiato.<sup>11</sup>

## **1.4 Gli obiettivi della sostenibilità**

### ***1.4.1 Agenda 2030***

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione adottato il 25 settembre 2015 dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite, con il sostegno di 193 Paesi membri. Nasce come una risposta globale alle sfide economiche, sociali e ambientali del nostro tempo, con l'obiettivo di garantire uno sviluppo equo, sostenibile e duraturo per tutti. L'Agenda 2030 rappresenta un'evoluzione dei precedenti impegni internazionali per lo sviluppo sostenibile, in particolare degli Obiettivi di Sviluppo del Millennio (*Millennium Development Goals - MDGs*), definiti nel 2000 e validi fino al 2015. Gli *MDGs* si concentravano principalmente sulla riduzione della povertà estrema, l'accesso all'istruzione e la lotta contro alcune malattie. Il bisogno di un programma più ampio ed inclusivo ha portato alla creazione dell'Agenda 2030. Questa è strutturata attorno a 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (*Sustainable Development Goals – SDGs*) e 169 traguardi specifici, che affrontano temi cruciali come l'eliminazione della povertà e della fame, l'accesso all'istruzione di qualità, la salute e il benessere, la parità di genere, la protezione ambientale, l'energia pulita e accessibile, il lavoro dignitoso, l'innovazione e le infrastrutture sostenibili, la lotta contro il cambiamento climatico, la tutela della biodiversità terrestre e marina, la riduzione delle disuguaglianze, la promozione di società pacifiche e la collaborazione globale. Uno dei principi chiave dell'Agenda 2030 è "*Leave*

---

<sup>11</sup> <https://www.agendadigitale.eu/mercati-digitali/iot-in-agricoltura-vantaggi-e-casi-duso-reali/>

*No One Behind*”, che sottolinea l'importanza di garantire che ogni individuo, specialmente le fasce più vulnerabili della popolazione, possano vivere serenamente. L'Agenda 2030 è il frutto di un lungo processo di consultazione globale, che ha coinvolto non solo governi, ma anche organizzazioni della società civile, istituzioni accademiche, imprese e cittadini. La sua realizzazione richiede un impegno collettivo, con azioni coordinate a livello locale, nazionale e internazionale. L'obiettivo è creare un mondo più equo, prospero e rispettoso dell'ambiente entro il 2030, garantendo che le generazioni future possano vivere in condizioni migliori. L'implementazione dell'Agenda è monitorata attraverso indicatori specifici che misurano i progressi dei singoli Paesi e la loro capacità di raggiungere gli *SDGs*. Organizzazioni come la *FAO*, l'*ONU* e il *World Economic Forum* giocano un ruolo fondamentale nel coordinare le strategie globali e supportare le nazioni meno sviluppate nell'attuazione di politiche sostenibili.<sup>12</sup>



Figura 2: Sustainable development goals (SDGs), ONU, 2015

<sup>12</sup> <https://sdgs.un.org/goals>

### ***1.4.2 L'agricoltura sostenibile***

Il concetto di agricoltura sostenibile si basa sulla necessità di garantire le risorse alimentari per l'umanità senza compromettere il benessere delle generazioni future. L'agricoltura sostenibile si basa su cinque principi fondamentali individuati dalla *FAO* (*Food and Agriculture Organization*), volti a garantire la sicurezza alimentare e la tutela dell'ambiente attraverso pratiche responsabili. Il primo riguarda l'aumento della produttività, dell'occupazione e del valore aggiunto nei sistemi alimentari, promuovendo metodi di coltivazione più efficienti e meno impattanti. Il secondo principio punta alla protezione e al miglioramento delle risorse naturali, con strategie volte alla riduzione dell'inquinamento, alla conservazione della biodiversità e al contrasto del degrado del suolo. Le tecnologie di precisione, come i droni per il monitoraggio delle colture e i sensori per l'irrigazione intelligente, permettono una gestione più sostenibile del territorio. Il terzo aspetto si concentra sul miglioramento dei mezzi di sussistenza, favorendo una crescita economica nelle aree rurali. Il quarto principio promuove pratiche che riducano la vulnerabilità ai cambiamenti climatici e alle fluttuazioni del mercato. L'adozione di sistemi predittivi basati su big data consente agli agricoltori di anticipare fenomeni climatici estremi e ottimizzare le strategie di coltivazione. Infine, il quinto principio sottolinea l'importanza di una governance efficace e adattabile, capace di bilanciare interessi pubblici e privati attraverso la regolamentazione.<sup>13</sup>

### ***1.4.3 Agricoltura sostenibile ed economia circolare***

L'economia circolare è un modello economico innovativo che mira a superare il tradizionale schema lineare di “produzione, utilizzo e smaltimento”, proponendo un sistema più sostenibile e rigenerativo. Secondo il Parlamento europeo, l'obiettivo principale è mantenere il valore dei prodotti, dei materiali e delle risorse all'interno dell'economia il più a lungo possibile, riducendo al minimo la produzione di rifiuti. In pratica, si promuovono attività come la condivisione, il prestito, il riutilizzo, la riparazione, la rigenerazione e il riciclo, in modo da prolungare la vita utile dei beni e

---

<sup>13</sup> <https://www.esg360.it/environmental/agricoltura-sostenibile-cose-e-come-funziona/>

trasformare ciò che normalmente verrebbe scartato in nuove risorse. Questo approccio ha un impatto positivo non solo sull'ambiente, grazie alla riduzione dell'inquinamento e del consumo di risorse naturali, ma anche sull'economia: l'UE stima che potrebbe generare un risparmio netto per le imprese europee di 600 miliardi di euro, pari all'8% del loro fatturato annuo. Inoltre, l'economia circolare stimola la competitività, crea nuove opportunità di lavoro e riduce la dipendenza dell'Europa dalle importazioni di materie prime, contribuendo anche alla sicurezza economica e politica. È anche uno strumento fondamentale nella lotta contro il cambiamento climatico, poiché limita le emissioni legate alla produzione industriale. Per sostenere questa transizione, l'Unione europea ha adottato il pacchetto sull'economia circolare, che comprende misure legislative e iniziative concrete per promuovere modelli di produzione e consumo più sostenibili.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> <https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20151201STO05603/economia-circolare-definizione-importanza-e-vantaggi>

**Il modello di economia circolare:**  
meno materie prime, meno rifiuti, meno emissioni



Fonte: Servizio di ricerca del Parlamento europeo



*Figura 3: Il modello di economia circolare, Unione Europea*

## **Capitolo 2. Le innovazioni per l'Agricoltura 4.0**

### **2.1 L'innovazione**

#### ***2.1.1 La definizione di Innovazione***

L'innovazione può essere definita come l'applicazione di idee nuove o miglioramenti ai prodotti, ai processi, all'organizzazione o ad altri aspetti delle attività aziendali, con l'obiettivo di generare valore o migliorare l'efficienza. L'innovazione non coincide con l'invenzione: mentre quest'ultima riguarda la creazione di nuove conoscenze o tecnologie, l'innovazione implica anche la loro implementazione e commercializzazione. Seguendo il quadro teorico elaborato dall'OCSE nel "Manuale di Oslo", l'innovazione si divide principalmente in due categorie: innovazione di prodotto, ossia la realizzazione o il miglioramento significativo di beni e servizi, e innovazione di processo, ovvero l'adozione di nuovi o migliorati metodi di produzione o distribuzione. Innovare significa non solo introdurre soluzioni mai viste prima, ma anche adottare tecnologie o idee già esistenti ma nuove per l'impresa stessa. Questa visione permette di riconoscere come innovativo anche l'adattamento o l'integrazione di pratiche già consolidate in altri contesti. È importante notare che l'innovazione non è limitata a grandi scoperte: miglioramenti incrementali o modifiche minori sono anch'essi parte del fenomeno innovativo. Per misurare il grado di innovazione in un determinato periodo si volge il proprio sguardo verso: la spesa in ricerca e sviluppo (R&D), il numero di brevetti depositati, la registrazione di marchi e disegni industriali, l'acquisizione di nuove tecnologie, gli investimenti in formazione del personale, le spese per il lancio di nuovi prodotti e persino i cambiamenti nell'organizzazione interna. Nel mondo d'oggi l'innovazione è vista come uno dei principali motori della competitività e della crescita economica. (Rogers, M., e Rogers, M. ,1998).

### ***2.1.2 Le tipologie di innovazione: prodotto e processo***

L'innovazione di prodotto si riferisce alla creazione di nuovi beni o servizi, oppure al miglioramento sostanziale di quelli esistenti. Questo tipo di innovazione è spesso visibile sul mercato ed è in grado di influenzare direttamente la domanda, poiché propone soluzioni nuove a bisogni esistenti o latenti, aprendo nuove nicchie di mercato o rafforzando la posizione dell'impresa in settori già consolidati. L'innovazione di processo, invece, riguarda il perfezionamento delle modalità con cui i prodotti o i servizi vengono realizzati e distribuiti. Essa mira a migliorare l'efficienza, ridurre i costi, aumentare la qualità e, in generale, rendere più efficace l'organizzazione interna. Entrambi i tipi di innovazione non dipendono unicamente da scoperte tecnologiche o scientifiche, ma possono derivare da un'attenta osservazione dei cambiamenti nel comportamento dei consumatori, da nuove esigenze del mercato o da ristrutturazioni organizzative. (Archibugi, D. et al., 1994).

### ***2.1.3 Le tipologie di innovazione: radicale o incrementale***

Distinguiamo inoltre due principali categorie: l'innovazione radicale e l'innovazione incrementale. L'innovazione radicale rappresenta un cambiamento profondo e discontinuità rispetto alle tecnologie o ai modelli già esistenti. Si tratta di innovazioni che creano nuove traiettorie tecnologiche e aprono le strade per settori inesplorati. Questo tipo di innovazione è fondamentale per la crescita economica di lungo periodo, poiché genera nuove opportunità su cui si potranno costruire successive innovazioni. Le sue caratteristiche principali includono un alto livello di incertezza, una maggiore difficoltà di previsione, ma anche un impatto potenzialmente molto elevato. I brevetti associati all'innovazione radicale tendono ad essere più citati e ad influenzare diversi settori. Le aziende che intraprendono innovazioni radicali sono solitamente quelle con una cultura aziendale aperta alla discontinuità e disposte a correre rischi maggiori; inoltre, assumono spesso manager e inventori più giovani, i quali risultano più inclini a rompere con il passato e proporre idee originali. L'innovazione incrementale, al contrario, si basa sul miglioramento graduale di processi o prodotti già esistenti. Essa è caratterizzata da una

minore incertezza rispetto a quella radicale. Le imprese realizzano innovazioni incrementali costruendo sui propri prodotti di punta, sfruttando l'esperienza e l'efficienza acquisita. Questo tipo di innovazione è più frequente e più facilmente gestibile, ma è soggetta a rendimenti decrescenti nel tempo: dopo un certo punto, ulteriori miglioramenti apportano benefici via via minori. Mentre è essenziale per mantenere la competitività a breve termine, da sola non è sufficiente a sostenere un progresso tecnologico significativo nel lungo periodo. Le principali differenze tra i due tipi di innovazione risiedono quindi nella portata del cambiamento generato, nei livelli di rischio e incertezza, e nel profilo delle persone e delle imprese che vi partecipano. Le innovazioni radicali generano discontinuità e richiedono apertura mentale e flessibilità, mentre quelle incrementali consolidano e migliorano l'esistente con un approccio più prudente e progressivo. (Acemoglu, D., et al.,2022).

#### ***2.1.4 Le tipologie di innovazione: disruptive***

Il concetto di "innovazione *disruptive*" si riferisce a un tipo specifico di innovazione che, inizialmente, si sviluppa ai margini del mercato, servendo segmenti trascurati o creando nuovi mercati, per poi evolversi fino a sovvertire gli attori dominanti. A differenza delle innovazioni incrementali, che migliorano le performance di prodotti e servizi già esistenti per clienti consolidati, le innovazioni disruptive sono spesso caratterizzate da modalità mai viste prima nel mercato. Questo tipo di innovazione segue un percorso evolutivo che, nel tempo, consente di competere con i *leader* di mercato e, in molti casi, di rimpiazzarli. (Schmidt, G. M., & Druehl, C. T. 2008)

#### ***2.1.5 L'adozione delle tecnologie innovative***

L'adozione della tecnologia è un processo che comporta la decisione individuale o organizzativa di iniziare a utilizzare una nuova innovazione. L'adozione è composta da una serie di fasi che portano dalla conoscenza iniziale della tecnologia alla sua piena

integrazione nelle pratiche quotidiane. Questo processo non è omogeneo nella popolazione, ma si distribuisce seguendo modelli ben precisi: gli innovatori sono i primi a sperimentare nuove tecnologie, seguiti dagli *early adopters*, dalla maggioranza precoce e tardiva, e infine dai ritardatari. Questa sequenza genera una tipica curva a forma di S che rappresenta l'andamento cumulativo dell'adozione nel tempo. Esistono diversi fattori che influenzano sia l'adozione individuale sia la diffusione complessiva: tra questi, la percezione dei benefici è fondamentale, poiché maggiore è il vantaggio percepito, più rapida sarà l'adozione. Altri elementi chiave sono la compatibilità della tecnologia con i valori, le esperienze e i bisogni degli utenti; la complessità percepita, che può ostacolare o rallentare il processo; la possibilità di sperimentare l'innovazione, la cosiddetta *trialability*; e la visibilità dei risultati positivi ossia l'*observability*. Il processo di adozione è inoltre fortemente influenzato dagli agenti di cambiamento, ossia quelle figure che facilitano il trasferimento tecnologico, promuovono l'innovazione e aiutano a superare resistenze culturali o pratiche. Strategie mirate di comunicazione, formazione e supporto tecnico sono essenziali per favorire un'adozione efficace e duratura. Pertanto, comprendere a fondo le dinamiche di adozione e diffusione è cruciale per pianificare interventi di innovazione tecnologica, specialmente in settori tradizionali o caratterizzati da una maggiore inerzia al cambiamento. (Lindner, R. K., 1987).

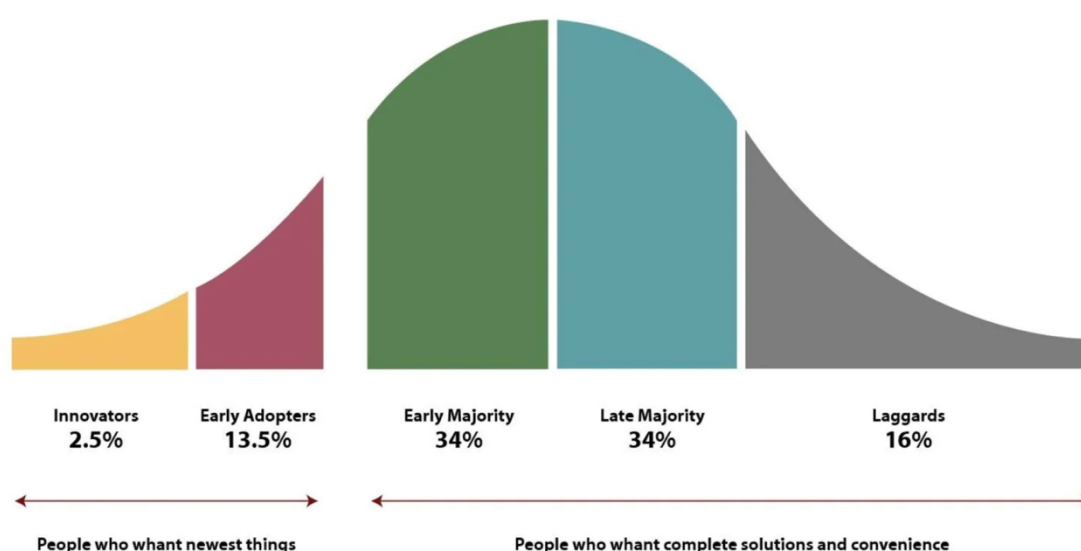


Figura 4: Curva ad "S" della Adozione della tecnologia, QUIVER, 2023

## 2.2 La blockchain

### 2.2.1 La storia della blockchain

La tecnologia *blockchain* ha una storia che affonda le radici negli anni '90, quando i ricercatori *Stuart Haber* e *W. Scott Stornetta* proposero un sistema per garantire l'integrità dei documenti digitali attraverso l'uso di marche temporali crittografiche. Nel 1992, questo sistema fu migliorato con l'integrazione degli alberi di *Merkle*, che aumentarono l'efficienza consentendo di raggruppare più documenti in un unico blocco. Tuttavia, per diversi anni, la tecnologia non trovò un'applicazione concreta su larga scala. Un passo importante verso l'uso pratico della blockchain avvenne nel 2004 con il *Reusable Proof of Work (RPOW)*, sviluppato dal crittografo *Hal Finney*. Questo sistema risolveva il problema della doppia spesa (cioè l'uso dello stesso asset digitale più di una volta), registrando il possesso dei *token* su un server affidabile. Sebbene fosse un miglioramento, il sistema *RPOW* non era completamente decentralizzato. La svolta arrivò nel 2008, quando una persona o un gruppo di sviluppatori (ancora oggi non conosciamo la sua/loro vera identità) sotto lo pseudonimo di *Satoshi Nakamoto* pubblicò il *white paper di Bitcoin*, intitolato *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. Questo documento descriveva un sistema di moneta digitale decentralizzato basato su una rete *peer-to-peer*, che utilizzava un meccanismo di consenso chiamato *Proof of Work (PoW)* per garantire la sicurezza e l'immutabilità delle transazioni senza bisogno di un'autorità centrale. Nel 2009, *Satoshi Nakamoto* rilasciò la prima versione di *Bitcoin*, dando vita alla prima *blockchain* funzionante. In questa rete, i *miners* validano le transazioni e le aggiungono alla catena di blocchi, loro ottengono una ricompensa in *bitcoin* e in cambio garantiscono la sicurezza e la trasparenza del sistema. Negli anni successivi, la tecnologia *blockchain* ha continuato a evolversi. Nel 2015, il lancio di *Ethereum* ha segnato una rivoluzione nel settore, introducendo il concetto di *smart contract*. Questi contratti digitali auto-eseguibili hanno ampliato le possibilità della *blockchain*, permettendo la creazione di applicazioni decentralizzate (*dApps*) e nuovi settori come la finanza decentralizzata (*DeFi*). La continua innovazione ha portato alla nascita di nuove *blockchain* come *Solana*, *Polkadot*

e *Avalanche*, che puntano a migliorare velocità, scalabilità ed efficienza energetica, portando questa tecnologia sempre più al centro dell'economia digitale globale.<sup>15</sup>

### **2.2.2 Il funzionamento della blockchain**

La tecnologia *Blockchain* rappresenta un'innovazione rivoluzionaria che si basa su principi chiave come fiducia, decentralizzazione, trasparenza, immutabilità e crittografia. Questa combinazione di elementi consente di creare un sistema sicuro ed efficiente per la gestione delle transazioni e dello scambio di dati tra più attori, eliminando la necessità di intermediari. A differenza dei sistemi centralizzati tradizionali, dove un'autorità o un'istituzione gestisce e verifica le transazioni, la *Blockchain* si basa su una rete *peer-to-peer (P2P)*, in cui i dati vengono validati collettivamente da una serie di nodi distribuiti. Questo modello garantisce che le informazioni registrate non possano essere modificate o alterate una volta convalidate, rendendo il sistema trasparente e resistente a manipolazioni. Dal punto di vista tecnico, la *Blockchain* è costituita da una catena di blocchi, in cui ogni blocco contiene dati crittografati e un riferimento univoco al blocco precedente, noto come *hash*. Questo meccanismo crea una sequenza cronologica immutabile, poiché qualsiasi modifica a un singolo blocco comporterebbe la necessità di alterare tutti i blocchi successivi, un'operazione praticamente impossibile grazie alla potenza computazionale richiesta e alla velocità con cui vengono legati nuovi blocchi alla catena. I vantaggi offerti dalla *Blockchain* prescindono dal solo settore finanziario, ma si estendono a molteplici ambiti, tra cui la tracciabilità della filiera agroalimentare, la certificazione di documenti e la protezione della proprietà intellettuale. (RuralHack, s.d.)

---

<sup>15</sup> <https://academy.binance.com/it/articles/history-of-blockchain>

## Come funziona una blockchain

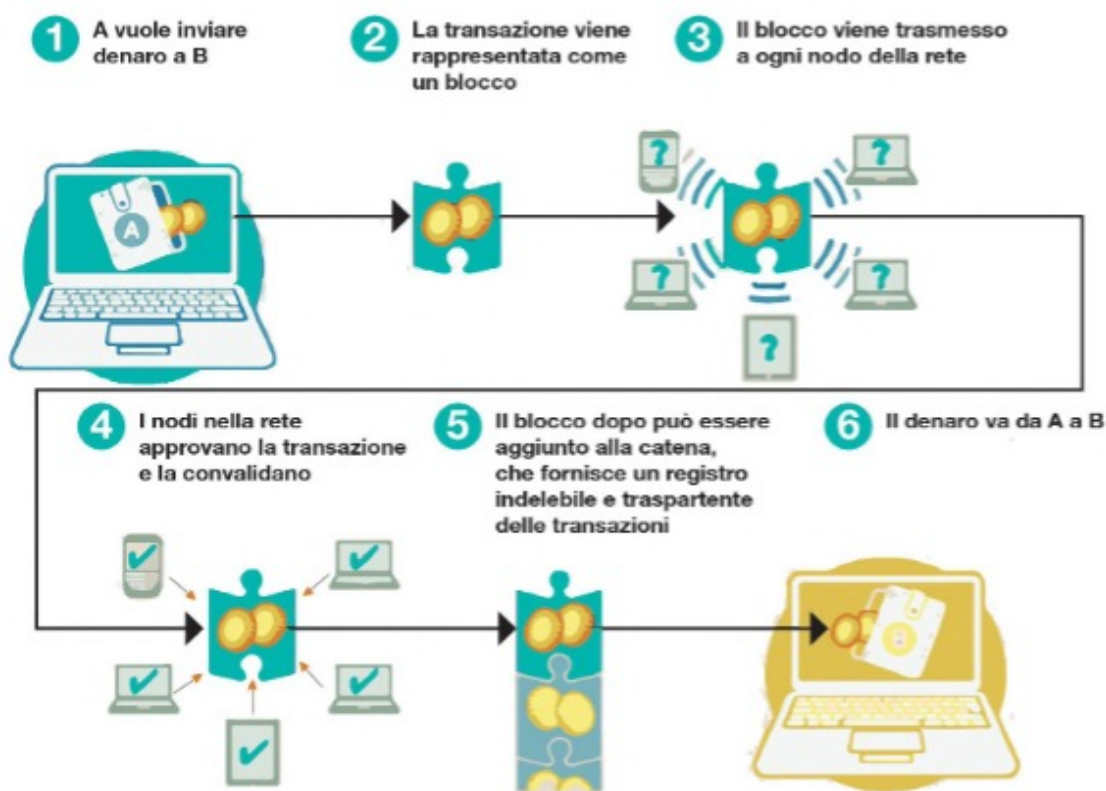
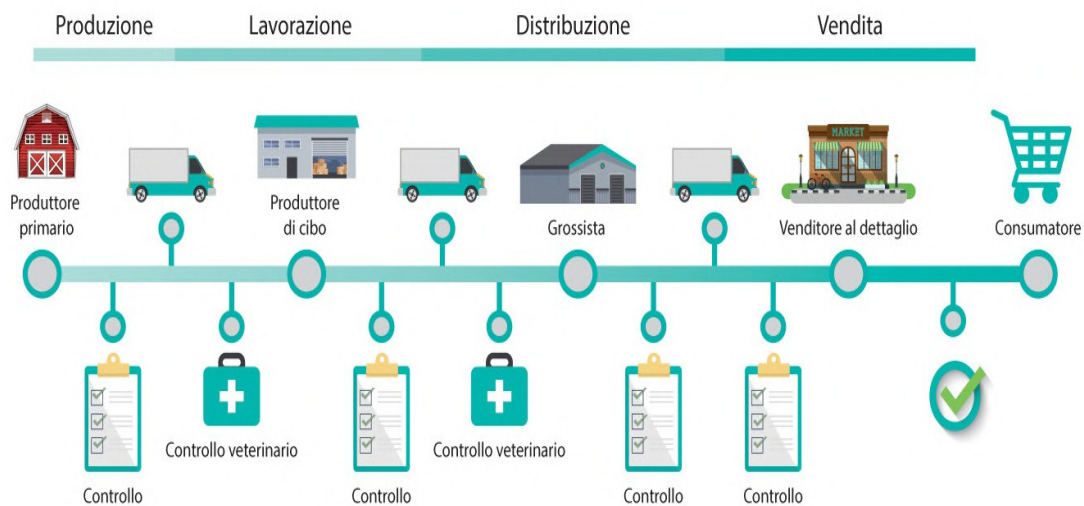


Figura 5: Come funziona una blockchain, Blockchain per l'agrifood. Scenari, applicazioni, impatti, RuralHack

### 2.2.3 La blockchain nell'agrifood

Grazie all'impiego della *blockchain* i prodotti possono essere monitorati in tempo reale durante tutto il loro percorso di vita su tutta la *supply chain*: agricoltori, trasformatori, logistica, distributori e *retail*. Il processo inizia con il produttore primario, responsabile della coltivazione o dell'allevamento delle materie prime. Successivamente, i prodotti vengono trasportati ai centri di lavorazione, dove avviene la trasformazione in prodotti alimentari destinati al consumo. Durante queste fasi, vengono effettuati controlli veterinari e di qualità, fondamentali per garantire il rispetto degli standard sanitari e normativi. Una volta lavorati, i prodotti passano attraverso il grossista, che funge da intermediario nella distribuzione verso i punti vendita. Anche in questa fase vengono

eseguiti controlli per verificare la conformità e la conservazione adeguata. Infine, i prodotti raggiungono i venditori al dettaglio, come supermercati e negozi di alimentari, prima di arrivare al consumatore finale, che può accedere alle informazioni di tracciabilità tramite strumenti digitali. Grazie alla registrazione decentralizzata delle informazioni, ogni transazione lungo la filiera diventa immutabile e verificabile in tempo reale. I consumatori possono così accedere a dati trasparenti sulla provenienza, la qualità e i controlli effettuati sui prodotti che acquistano, riducendo il rischio di frodi alimentari e garantendo una maggiore tutela del *Made in Italy*. (RuralHack, s.d.)



*Esempio di tracciabilità con applicativo mobile TE-FOOD*

*Figura 6: Esempio di tracciabilità con applicativo mobile TE-FOOD, Blockchain per l'agrifood. Scenari, applicazioni, impatti, Rural Hack*

## 2.3 Intelligenza Artificiale: Automazione e Decision-Making

### 2.3.1 Il metaverso

Il metaverso sta emergendo a ritmi sostenuti nel settore agroalimentare, offrendo opportunità senza precedenti per il coinvolgimento diretto dei consumatori. Le aziende del comparto alimentare stanno progressivamente adottando ambienti virtuali immersivi che consentono di creare esperienze innovative e sensoriali. Attraverso *tour* virtuali interattivi, i consumatori possono visitare aziende agricole, allevamenti e stabilimenti di trasformazione senza doversi spostare fisicamente, accedendo a informazioni dettagliate sulle pratiche di produzione, sulla qualità dei prodotti e sulle certificazioni di sostenibilità. Grazie alla realtà aumentata (AR) e alla realtà virtuale (VR), gli utenti possono sperimentare anteprime sensoriali digitali prima dell'acquisto, migliorando l'esperienza d'acquisto nel settore agroalimentare. Uno dei prodotti più innovativi in questo ambito è *e-Taste*. Questo consente di sperimentare sapori in ambienti virtuali senza ingerire cibo reale. Sviluppato da una squadra internazionale guidata dalla professoressa *Jinghua Li* della *Ohio State University*, in collaborazione con la *Dalian University of Technology* e la *National University of Singapore*, *e-Taste* rappresenta un passo significativo nell'integrazione sensoriale della realtà virtuale.<sup>16</sup> Il funzionamento *dell'e-Taste* si basa su una combinazione di sensori e attuatori. Un sensore analizza la composizione chimica di un alimento, identificando componenti chiave come glucosio (dolce), acido citrico (aspro), cloruro di sodio (salato), cloruro di magnesio (amaro) e glutammato (umami).<sup>17</sup> Questi dati vengono poi trasmessi a un dispositivo remoto che, attraverso micro-pompe elettromagnetiche, rilascia una miscela di sostanze chimiche alimentari su una striscia di plastica posizionata nella bocca dell'utente, simulando così il sapore dell'alimento originale.<sup>18</sup> Questo aspetto è particolarmente rilevante per il commercio internazionale, dove il metaverso può diventare uno strumento essenziale per promuovere i prodotti enogastronomici italiani all'estero.<sup>19</sup>

---

<sup>16</sup> <https://www.securities.io/tasting-the-future-how-e-taste-is-turning-vr-immersion-up-to-11/>

<sup>17</sup> <https://www.chemistryviews.org/digital-taste-taste-joins-virtual-and-augmented-reality/>

<sup>18</sup> <https://www.theguardian.com/science/2025/feb/28/scientists-create-e-taste-device-that-could-add-flavour-to-virtual-reality-experiences>

<sup>19</sup> <https://www.teatronaturale.it/strettamente-tecnico/bio-e-natura/41335-il-metaverso-per-il-futuro-dell-agricoltura.htm>

### ***2.3.2 Digital Twins: I modelli di simulazione***

L'intelligenza artificiale sta introducendo strumenti avanzati che permettono di ottimizzare le operazioni e ridurre gli sprechi. Tra queste tecnologie, i *Digital Twins* stanno guadagnando sempre più importanza, offrendo agli agricoltori la possibilità di gestire le colture e le risorse in modo più preciso ed efficiente. I *Digital Twins* sono modelli virtuali dinamici che replicano in tempo reale le condizioni di un sistema agricolo, come un campo coltivato, una serra o un allevamento, permettendo di simulare e prevedere scenari futuri. Grazie all'integrazione di dati raccolti, questi strumenti consentono di monitorare lo stato delle colture, analizzare il consumo di risorse e ottimizzare le strategie di gestione agricola con un livello di precisione senza precedenti. Uno degli aspetti più rivoluzionari di questa tecnologia è la possibilità di testare virtualmente diverse strategie agronomiche prima di applicarle sul campo. Ad esempio, un *Digital Twin* può simulare l'effetto di differenti livelli di irrigazione su una coltura in base alle condizioni meteorologiche previste, permettendo di ridurre lo spreco d'acqua e migliorare la resa del raccolto. Allo stesso modo, nel settore della protezione delle piante, può analizzare la propagazione di malattie o infestazioni, suggerendo interventi mirati con l'uso minimo di fitofarmaci. L'adozione dei *Digital Twins* nell'agricoltura presenta tuttavia alcune sfide, tra cui la necessità di infrastrutture digitali avanzate, la gestione di grandi quantità di dati e la formazione degli agricoltori all'uso di queste tecnologie. (De Baerdemaeker et al., 2023)

### ***2.3.3 Le macchine agricole intelligenti***

Tra le innovazioni più rilevanti ci sono le macchine agricole intelligenti. I moderni trattori autonomi, dotati di sistemi di analisi in tempo reale e i robot per la gestione delle colture sono sempre più diffusi. Questa evoluzione è guidata da una crescente domanda di soluzioni automatizzate in risposta alla carenza di manodopera agricola. Complessivamente in Europa sono 2,5 milioni i giovani occupati nel settore agricolo con l'Italia al quarto posto della classifica Ue (257mila giovani, pari al 10%), dopo Polonia

(18,9%), Romania (13,6%) e Spagna (11,4%). Anche nel confronto decennale, per l'Italia il trend dei giovani in agricoltura mostra una sostanziale tenuta rispetto all'andamento europeo. Infatti, mentre nell'Ue si registra un calo continuo dal 2012 al 2021, del -28% (933mila posti di lavoro agricoli in meno), in Italia la contrazione è minima, appena -1,6% (-4,3mila occupati). (Fargione et al.,2023). I trattori autonomi rappresentano una delle innovazioni più promettenti nel settore della meccanizzazione agricola. Grazie a sensori avanzati, intelligenza artificiale e *GPS*, questi veicoli possono operare senza conducente, ottimizzando le operazioni di semina, aratura e raccolta. Tuttavia, l'implementazione di questi sistemi richiede infrastrutture digitali avanzate, come reti 5G e connessioni satellitari stabili, non sempre disponibili ovunque. Inoltre, la regolamentazione e la sicurezza rappresentano un aspetto cruciale, poiché è necessario stabilire normative chiare per garantire l'uso etico e sicuro delle macchine autonome, evitando rischi legati alla gestione dei dati e all'interazione con operatori umani. (De Baerdemaeker et al., 2023)



*Figura 7: Trattore a guida autonoma, VAIELETTRICO*

#### ***2.3.4 La gestione delle risorse idriche con l'AI***

Una delle risorse fondamentali in agricoltura è proprio l'acqua, le tecnologie basate su *machine learning* e sensoristica avanzata permettono di monitorare in tempo reale le condizioni del terreno, prevedere il fabbisogno idrico delle colture e ottimizzare i sistemi di irrigazione. Attraverso l'integrazione di dati provenienti da sensori di umidità del suolo, l'IA può fornire raccomandazioni precise su quando e quanto irrigare, evitando sprechi. Un aspetto particolarmente innovativo è rappresentato dai sistemi di irrigazione intelligenti, che regolano automaticamente il flusso d'acqua in base alle condizioni ambientali e alle esigenze delle piante. Questi sistemi possono ridurre il consumo idrico fino al 30%, garantendo una maggiore efficienza nell'uso delle risorse. Inoltre, l'IA è impiegata nella gestione degli acquiferi e dei bacini idrici, analizzando dati storici e in tempo reale per prevenire situazioni di siccità o eccessi di precipitazioni. L'integrazione di modelli predittivi meteorologici permette di anticipare fenomeni estremi e adattare le

strategie di irrigazione per minimizzare gli impatti negativi sulle colture. (De Baerdemaeker et al., 2023)

### ***2.3.5 L'evoluzione dell'allevamento attraverso l'AI***

L'allevamento è un settore che va di pari passo con quello agricolo, le nuove tecnologie permettono di raccogliere e analizzare grandi quantità di dati relativi alla salute, al comportamento e alla produttività degli animali, fornendo informazioni preziose per migliorare le condizioni di allevamento e ridurre l'impatto ambientale. Uno degli sviluppi più significativi è l'impiego di sistemi di monitoraggio intelligente basati su sensori e telecamere avanzate, che consentono di rilevare in tempo reale segnali di *stress*, malattie o anomalie nel comportamento degli animali. Questi strumenti permettono agli allevatori di intervenire tempestivamente, migliorando il benessere degli animali e ottimizzando la produzione. L'IA viene inoltre utilizzata per automatizzare i processi di alimentazione, regolando le razioni in base alle esigenze nutrizionali di ciascun animale. L'intelligenza artificiale sta trovando applicazione anche nella selezione genetica e nel miglioramento delle razze, grazie a modelli predittivi che analizzano le performance degli animali e suggeriscono strategie di allevamento più efficaci. Inoltre, l'integrazione con sistemi di gestione ambientale aiuta a ottimizzare la ventilazione, la temperatura e la qualità dell'aria negli allevamenti, riducendo le emissioni e migliorando la sostenibilità complessiva. (De Baerdemaeker et al., 2023)

## **2.4 Sfide e opportunità delle nuove tecnologie**

### ***2.4.1 Le sfide***

L'adozione delle tecnologie digitali nel settore agricolo rappresenta un cambiamento significativo, capace di rivoluzionare i modelli produttivi tradizionali utilizzati dai protagonisti del settore. Tuttavia, l'implementazione su larga scala di queste innovazioni incontra ancora numerose barriere, legate sia ai costi iniziali sia alla resistenza culturale

al cambiamento. Uno degli ostacoli principali è il costo elevato degli investimenti iniziali, che può risultare proibitivo per le piccole e medie imprese agricole (PMI), le quali rappresentano la maggioranza delle imprese italiane. L'acquisto di macchinari avanzati, sensori e *software* specifici richiede risorse economiche significative, spesso non facilmente accessibili. Inoltre, la mancanza di competenze digitali rappresenta una barriera all'adozione di queste tecnologie, in quanto l'utilizzo efficace di sistemi avanzati richiede formazione specifica e un cambiamento nel modo di lavorare. Un'altra sfida importante è la resistenza culturale al cambiamento. Molti agricoltori, specialmente nelle aree rurali, sono ancora legati a metodi tradizionali tramandati da generazioni e possono percepire le nuove tecnologie come complesse o non necessarie. Queste mancanze fanno sì che l'Italia si trovi nella maggioranza ritardataria degli adottanti della tecnologia. Nello scenario attuale programmi di sensibilizzazione e formazione sono essenziali per favorire un'adozione più diffusa delle nuove tecnologie.<sup>20</sup>

#### ***2.4.2 Contraffazione agroalimentare e il fenomeno dell'Italian Sounding***

Il settore agroalimentare italiano è fortemente penalizzato da due fenomeni che minacciano l'autenticità e il valore del *Made in Italy*: la contraffazione alimentare e il cosiddetto *Italian Sounding*. Queste pratiche non solo danneggiano l'economia nazionale, ma compromettono anche la qualità percepita dei prodotti italiani all'estero, ingannando i consumatori e riducendo la competitività delle imprese italiane sui mercati globali. La contraffazione agroalimentare consiste nella violazione diretta di marchi registrati, denominazioni di origine (DOP, IGP, STG) e altri segni distintivi che certificano l'autenticità di un prodotto. Questo fenomeno è legalmente perseguibile e sanzionabile, in quanto comporta un danno economico per i produttori legittimi e può compromettere la sicurezza alimentare dei consumatori. Tra i prodotti più colpiti figurano formaggi, vini, oli e salumi, spesso riprodotti in modo fraudolento con materie prime di qualità inferiore. Di natura diversa, ma altrettanto dannoso, è il fenomeno dell'*Italian Sounding*, che si basa sull'uso di nomi, simboli, colori e riferimenti culturali italiani per promuovere prodotti che, in realtà, non hanno alcun legame con l'Italia. A differenza della contraffazione,

---

<sup>20</sup> <https://www.ruralhack.org/barriere-innovazione-aziende-agricole/>

*l'Italian Sounding* non è sempre perseguibile legalmente, poiché non implica una falsificazione diretta del marchio, ma sfrutta elementi visivi e linguistici per trarre in inganno il consumatore. (RuralHack, s.d.). Si calcola che *l'Italian Sounding* food fatturi nel complesso circa 100 miliardi di euro, con un aumento del 70% nell'ultimo decennio. I prodotti più colpiti sono quelli più conosciuti, naturalmente. Per esempio, Parmigiano Reggiano e altri formaggi tipici: negli *USA* il 90% dei formaggi proposti come italiani sarebbero *made in USA*. Anche in Russia il cibo simil-italiano è molto presente, e i prodotti che si richiamano alle nostre DOP e DOCG svariati. La crescita è, paradossalmente ma non troppo, trainata dal successo del vero *Made in Italy*.<sup>21</sup> Di fronte a queste minacce, come già anticipato nel capitolo precedente, la *Blockchain* può essere d'aiuto. Grazie alla sua struttura decentralizzata e immutabile, la *Blockchain* consente di certificare ogni fase della produzione e della distribuzione di un prodotto, offrendo garanzie di autenticità e sicurezza per produttori e consumatori. L'adozione della *Blockchain* è particolarmente rilevante per i prodotti certificati DOP e IGP, che necessitano di una tutela rafforzata per difendersi dalle imitazioni. Inoltre, questa tecnologia può essere un valido alleato nella lotta all'*Italian Sounding*, poiché consente di distinguere in modo inequivocabile i prodotti realmente italiani da quelli che ne imitano l'identità. Diverse aziende italiane stanno già sperimentando l'uso della *Blockchain* per rafforzare la competitività del *Made in Italy* sui mercati internazionali. (Ibidem)

---

<sup>21</sup> <https://www.entersoftware.it/gestionale-italian-sounding-food/>



Figura 8: Il fenomeno dell'Italian Sounding, Coldiretti, 2018

### 2.4.3 Le barriere economiche come determinanti dell'innovazione

Le barriere economiche rappresentano uno dei principali ostacoli all'innovazione e alla competitività del comparto aziendale italiano rispetto agli altri paesi, limitando la capacità delle imprese di investire in nuove tecnologie, processi produttivi e modelli di business. Nel modello delle Cinque Forze di *Porter*, i vincoli economici sono una delle determinanti che incidono maggiormente sulla competitività in un settore. Uno dei principali fattori economici che ostacolano l'innovazione è l'alto costo iniziale degli investimenti, che include spese per infrastrutture, ricerca e sviluppo (R&S), brevetti, attrezzature avanzate e digitalizzazione. Le imprese, specialmente le piccole e medie imprese (PMI), spesso incontrano difficoltà nell'accesso ai capitali e ai finanziamenti, rendendo complesso l'avvio di progetti innovativi. Anche se esistono fondi pubblici e incentivi fiscali, il processo di ottenimento di finanziamenti può essere lungo e complesso dal punto di vista burocratico, scoraggiando molte aziende dall'intraprendere percorsi di innovazione. Un'altra barriera è rappresentata dai costi operativi e di mantenimento delle nuove tecnologie. L'adozione di innovazioni non si esaurisce con l'acquisto di nuove

macchine o strumenti digitali, ma richiede aggiornamenti costanti, manutenzione specializzata e formazione del personale per garantire un utilizzo efficiente. In settori altamente regolamentati, come quello agricolo e manifatturiero, le imprese devono inoltre affrontare costi di conformità normativa e certificazioni, necessari per rispettare standard ambientali, sanitari e di sicurezza, con un impatto significativo sulla redditività. Infine, l'incertezza economica e il rischio finanziario costituiscono un elemento deterrente all'investimento in innovazione. Le imprese devono affrontare il rischio di insuccesso commerciale delle innovazioni, con la possibilità di non ottenere un ritorno sugli investimenti sufficiente a coprire i costi sostenuti. Questo aspetto è particolarmente critico in contesti caratterizzati da elevata competizione e rapido cambiamento tecnologico, dove il ciclo di vita delle innovazioni si riduce e le imprese devono continuamente reinvestire per restare competitive. (Caroli,2021)

#### ***2.4.4 Resistenza al cambiamento e competenze digitali***

Molti agricoltori, specialmente quelli con una lunga tradizione familiare, tendono a diffidare delle innovazioni digitali, preferendo affidarsi a metodi consolidati nel tempo. Questa resistenza è spesso legata a una combinazione di fattori culturali, economici e tecnici. Da un lato, l'adozione di nuove tecnologie richiede investimenti iniziali elevati e competenze specifiche, che non sempre sono facilmente accessibili nelle aree rurali. Dall'altro, vi è una scarsa consapevolezza dei benefici concreti che la digitalizzazione può offrire, come l'aumento dell'efficienza produttiva e la riduzione degli sprechi. Molti agricoltori si chiedono perché cambiare quando quello che faccio funziona. La diffidenza nei confronti della tecnologia è amplificata anche dalla complessità dei sistemi digitali, che possono risultare difficili da integrare nelle pratiche agricole quotidiane senza una formazione adeguata. Inoltre, la mancanza di supporto istituzionale e incentivi mirati può rallentare ulteriormente la transizione verso l'innovazione. (Fargione et al.,2023).

#### ***2.4.5 Le opportunità concesse dall'Unione Europea***

Per affrontare le sfide sopracitate, l'Unione Europea ha istituito programmi di finanziamento come *Horizon Europe*, che mira a sostenere la ricerca e l'innovazione nel settore agroalimentare. Con una dotazione finanziaria di 95,5 miliardi di euro per il periodo 2021-2027, *Horizon Europe* offre opportunità di finanziamento per progetti che promuovono la sostenibilità e la competitività dell'agricoltura europea. In particolare, il *Cluster 6* del programma si focalizza su "Alimentazione, bioeconomia, risorse naturali, agricoltura e ambiente", sostenendo iniziative che integrano tecnologie avanzate per migliorare la produttività e la sostenibilità del settore.<sup>22</sup> Nonostante queste iniziative, permangono ostacoli legati alla scarsa consapevolezza e alle limitate competenze digitali tra gli agricoltori. Dunque, avendo elencato tutte le premesse, riusciranno le imprese italiane ad adattarsi a questo nuovo mondo agricolo? Nel prossimo capitolo proverò a rispondere a questa domanda.

---

<sup>22</sup> <https://horizoneurope.apre.it/>

## **Capitolo 3. Le imprese italiane riusciranno ad adattarsi a questi cambiamenti?**

### **3.1 L'Italia e l'agricoltura**

#### **3.1.1 Introduzione**

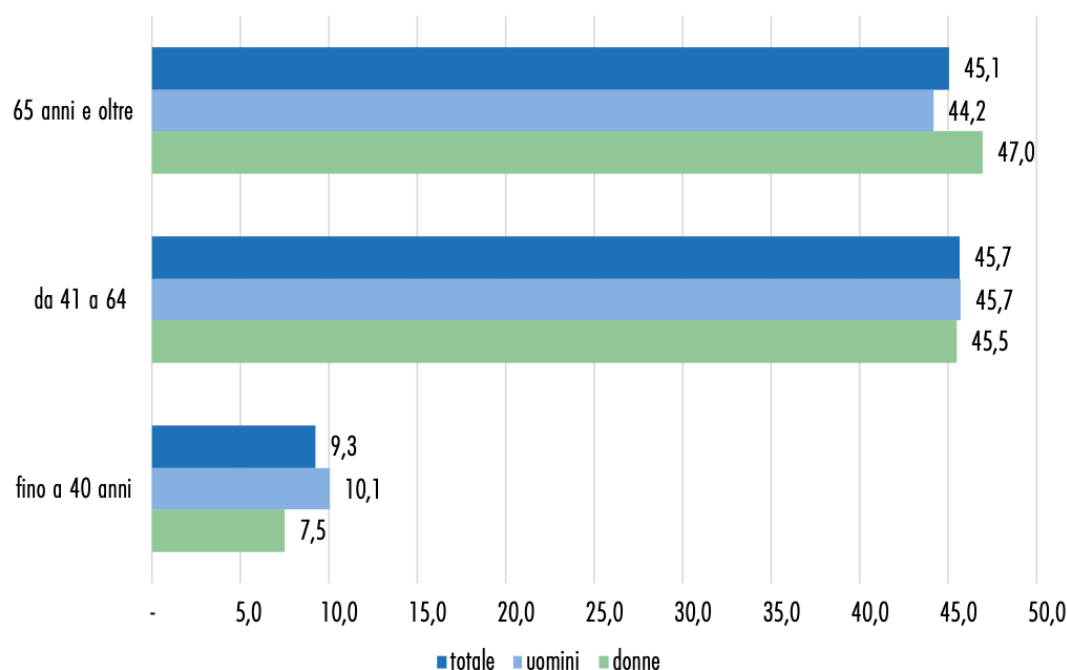
Negli ultimi anni, l'agricoltura ha subito una trasformazione senza precedenti, guidata dall'innovazione tecnologica e dalle nuove sfide globali che hanno portato a notevoli cambiamenti nei diversi Paesi. L'Italia, con la sua forte tradizione agricola e il peso significativo del settore agroalimentare nell'economia nazionale, si trova dinanzi ad una questione cruciale: riusciranno le imprese a integrare pienamente queste innovazioni, mantenendo al tempo stesso il proprio modello produttivo e la qualità che contraddistingue il *Made in Italy*? Le politiche europee, come la nuova Politica Agricola Comune (PAC) e il *Green Deal*, offrono incentivi e strumenti per favorire questa transizione, ma esistono anche ostacoli economici, culturali e infrastrutturali che potrebbero rallentare il processo. Questo capitolo analizzerà la posizione delle imprese Italiane rispetto a quelle degli altri Paesi europei nell'adozione delle nuove tecnologie utilizzate nell'Agricoltura 4.0 e le politiche e i finanziamenti disponibili. L'obiettivo è comprendere se il nostro comparto aziendale sia pronto a cogliere questa opportunità o se rischi di restare indietro in un mercato sempre più competitivo e digitalizzato.

#### **3.1.2 Il peso dell'agricoltura in Italia**

L'agricoltura italiana, pur rappresentando direttamente “solo” il 2% del PIL, ha un impatto molto più ampio sull'economia del Paese, grazie alla sua integrazione con l'intero sistema agroalimentare, che nel 2023 ha generato un valore complessivo di 676 miliardi di euro, pari al 15% del PIL. Questo settore è cruciale sia per la produzione primaria di beni agricoli, sia per la filiera che comprende la trasformazione industriale, la distribuzione e il commercio di prodotti agroalimentari. Negli ultimi anni si è assistito a un progressivo ridimensionamento della manodopera impiegata nell'agricoltura: nel 2023 le unità di lavoro agricole (ULA) sono diminuite del 2%, con una riduzione particolarmente marcata tra i lavoratori indipendenti, che hanno registrato un calo del 4%.

Questa tendenza riflette una trasformazione strutturale del settore, in cui le aziende agricole stanno affrontando sfide sempre più complesse, tra cui la riduzione delle superfici coltivate a causa della competizione con l'urbanizzazione. Uno dei problemi più rilevanti per la sostenibilità futura dell'agricoltura italiana è l'invecchiamento della forza lavoro. Oltre il 45% dei conduttori agricoli ha più di 65 anni, mentre la presenza di giovani imprenditori agricoli rimane limitata, attestandosi intorno al 9% del totale. Questo dato evidenzia una difficoltà nel ricambio generazionale, che potrebbe compromettere l'innovazione e la competitività del settore nel lungo periodo. Inoltre, il livello di formazione degli agricoltori italiani è ancora relativamente basso: solo il 10% possiede una laurea, mentre il 29% ha frequentato corsi di formazione specifici in ambito agricolo. La carenza di formazione e competenze avanzate può rappresentare un ostacolo all'adozione di nuove tecnologie e alla gestione efficiente delle aziende agricole, soprattutto in un contesto in cui la digitalizzazione e la sostenibilità ambientale stanno diventando sempre più essenziali. (CREA,2024)

---

**Distribuzione percentuale del numero di aziende per genere e classe di età del capoazienda**

Fonte: elaborazioni su 7° Censimento generale dell'agricoltura, ISTAT 2020

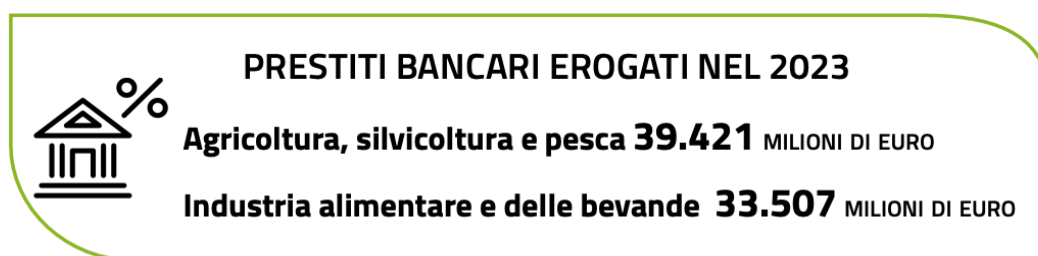
---

*Figura 9: Distribuzione del numero di aziende per genere e classe di età del capoazienda, ISTAT, 2020*

### ***3.1.3 L'accesso al credito delle imprese agricole italiane***

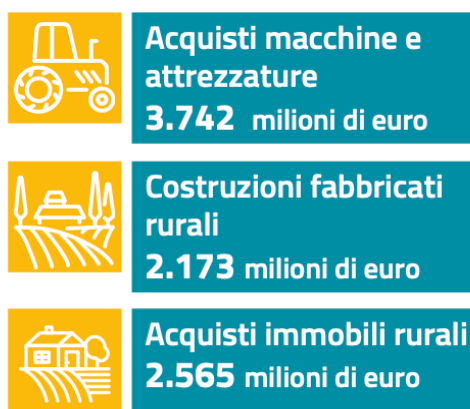
Nel 2023, il settore agricolo italiano ha registrato una contrazione del credito e una riduzione degli investimenti, segnalando una crescente difficoltà nell'accesso alle risorse finanziarie necessarie per l'innovazione. Il volume totale dei prestiti bancari erogati all'agricoltura è sceso del 2,5%, passando da 40,4 miliardi di euro a 39,4 miliardi di euro, con un impatto più marcato nelle regioni settentrionali, dove si concentra il 63% dei finanziamenti. Il calo più significativo si è verificato nel Nord-Ovest (-4,7%) e nel Nord-Est (-3,1%), a conferma di un rallentamento negli investimenti strutturali delle aziende

agricole. Un dato particolarmente critico riguarda i prestiti a medio e lungo termine, che hanno subito una contrazione dell'8,8%, proseguendo una tendenza negativa in atto dal 2016, con una riduzione cumulata del 29%. Questo fenomeno ha penalizzato soprattutto i finanziamenti destinati alle costruzioni di fabbricati rurali (-12,6%), agli acquisti di immobili rurali (-7,1%) e alle macchine e attrezzature agricole (-7,6%). Questi dati evidenziano una crescente difficoltà per le imprese agricole nel reperire capitale per migliorare le proprie infrastrutture e tecnologie, compromettendo la loro capacità di crescita. Sul fronte degli investimenti, il settore agricolo ha destinato 10,7 miliardi di euro agli investimenti fissi lordi, segnando un incremento marginale dello 0,5% rispetto all'anno precedente. Tuttavia, la quota di investimenti rispetto al totale dell'economia continua a ridursi, attestandosi al 2%, segnale di una minore propensione del settore a investire rispetto ad altri comparti. Il rapporto tra investimenti e valore aggiunto agricolo è salito al 29,8%, dopo il calo del 2022, suggerendo un miglioramento nell'efficienza degli investimenti. Nonostante queste difficoltà, il settore agricolo rimane un motore economico essenziale, ma per garantire una crescita sostenibile nel lungo periodo è necessario un maggiore supporto al credito, incentivi per il rinnovo tecnologico e politiche di sostegno agli investimenti nelle infrastrutture e nell'innovazione. (ibidem)

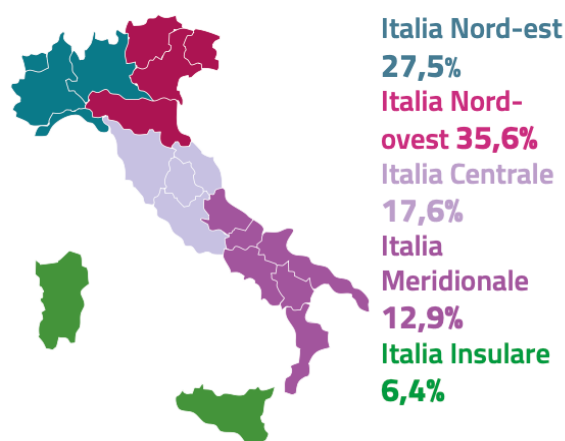


**PRESTITI "OLTRE IL BREVE TERMINE"  
ALL'AGRICOLTURA**

**Totale 8.479** MILIONI DI EURO



**PRESTITI EROGATI ALL'AGRICOLTURA  
PER CIRCOSCRIZIONE**



*Figura 10: Erogazione prestiti per l'agricoltura, CREA, 2024*

### **3.1.4 Il divario tra Nord e Sud**

L'organizzazione della produzione agricola, e non solo, in Italia presenta forti differenze territoriali, influenzate dalle caratteristiche pedoclimatiche e dalle tradizioni produttive locali. Nel Nord Italia, in particolare in Lombardia ed Emilia-Romagna, prevalgono aziende agricole di grandi dimensioni con un forte orientamento all'intensificazione produttiva, soprattutto nel settore zootecnico e cerealicolo. Queste regioni registrano le migliori performance economiche grazie all'alto valore aggiunto generato per ettaro e alla maggiore capitalizzazione delle imprese. Nel Centro Italia, invece, l'agricoltura è più diversificata, con una presenza significativa di coltivazioni vitivinicole, olivicole e frutticole, spesso legate a modelli di produzione di qualità e certificati. Nel Sud e nelle

Isole, il settore è caratterizzato da un'agricoltura estensiva e da aziende di dimensioni più ridotte, con una prevalenza di colture arboree come l'olivo e gli agrumi, ma con *performance* economiche generalmente inferiori rispetto al Nord. Le differenze regionali si riflettono anche nei redditi agricoli, con il Nord che registra un reddito netto aziendale più alto rispetto al Centro-Sud, dove le condizioni strutturali e produttive risultano meno favorevoli. (ibidem)

### ***3.1.5 I danni dei cambiamenti climatici e dell'urbanizzazione in Italia***

Nel 2023, l'agricoltura italiana ha dovuto affrontare condizioni climatiche estreme, con temperature superiori alla media climatica 1991-2020: +1,2 °C per le minime e +1,4 °C per le massime. Le precipitazioni sono state anomale: febbraio (-46%), settembre (-44%) e dicembre (-40%) hanno registrato i cali più marcati, mentre maggio ha segnato un incremento del +131% a livello nazionale, con punte del +296% in Sicilia. Tali squilibri hanno compromesso la disponibilità idrica, causando siccità estrema in Sicilia, Sardegna e Puglia a dicembre, ma anche eccessi di umidità in piena stagione vegetativa in tutta la penisola. Il consumo di suolo ha continuato ad aumentare, con una perdita di 76,8 km<sup>2</sup> solo nel 2022, pari a 21 ettari al giorno. Dal 2006 al 2022 si sono persi complessivamente 1.216 km<sup>2</sup> di suolo naturale. Le cause principali sono l'espansione urbana e la costruzione di infrastrutture. Le regioni più colpite sono Puglia (-514 km<sup>2</sup>), Emilia-Romagna (-329 km<sup>2</sup>) e Lombardia (-310 km<sup>2</sup>). Gli impianti fotovoltaici a terra occupano ormai 15.000 ettari. Dal punto di vista delle emissioni, il settore agricolo ha prodotto 30,7 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> nel 2022, con un calo del 19% rispetto al 2021. Il metano rappresenta il 68% delle emissioni, in particolare per fermentazione enterica (70%) e gestione delle deiezioni (22%). Le emissioni di ossido di azoto dai suoli agricoli sono calate del 22,5% grazie alla riduzione dei fertilizzanti sintetici. Il settore forestale ha assorbito 24,26 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> (-75,7% rispetto al 2021) a causa degli incendi e della diminuzione di capacità assorbente delle aree boschive. La superficie forestale in Italia è di circa 10 milioni di ettari, con un indice di boscosità medio del 33,4%. La regione con il valore più alto è la Toscana (88,3%), mentre la Puglia ha quello più basso (6,1%). Nel 2023, gli incendi hanno percorso 88.804 ettari, di cui 41.743 ettari di boschi, con un

incremento del 18% rispetto al 2022. Infine, per quanto riguarda l'uso dei prodotti chimici, nel 2023 sono stati consumati 706.000 tonnellate di elementi nutritivi, con un aumento del 7,3%. In particolare, l'azoto è cresciuto dell'11,4% e il fosforo del 4,1%, mentre il potassio è calato del 5%. L'impiego di fitofarmaci ha invece registrato un calo complessivo dell'11,6%, con forti riduzioni per erbicidi (-23,5%) e fungicidi (-10,3%). (ibidem)

### ***3.1.6 La posizione dell'Italia nel panorama europeo.***

Il settore agricolo italiano si distingue in Europa per la sua diversificazione produttiva e per una struttura aziendale frammentata. Rispetto ai principali paesi dell'UE, l'Italia presenta una superficie agricola utilizzata (SAU) relativamente ridotta, posizionandosi al sesto posto con circa 12,5 milioni di ettari, mentre è al terzo posto per numero di aziende agricole, caratterizzate perlopiù da dimensioni contenute. Dal punto di vista delle produzioni, l'Italia è leader in comparti specifici come la viticoltura, l'olivicoltura e la frutticoltura, primeggiando nella produzione di riso (62% del totale UE), grano duro (53%) e pomodoro (38%). È seconda per la produzione di agrumi, olive da olio, uva da vino e pesche. In confronto, la Francia e la Germania si distinguono per un'agricoltura più industrializzata, con aziende di dimensioni maggiori e una forte specializzazione nei cereali e nella produzione lattiero-casearia. La Spagna, invece, ha un'agricoltura simile a quella italiana per alcune coltivazioni mediterranee, ma con aziende mediamente più grandi e una maggiore meccanizzazione. Dal punto di vista economico, il valore della produzione agricola italiana è il terzo più alto dell'UE, dopo Francia e Germania, mentre il valore aggiunto generato è secondo solo alla Francia. Tuttavia, l'Italia si distingue per una minore incidenza dei costi intermedi (46,8% contro una media UE del 58%), grazie a una maggiore diversificazione produttiva rispetto ai paesi del Centro-Nord Europa, caratterizzati da una maggiore specializzazione. (ibidem)

### 3.1.7 Trump e l'impatto sul Made in Italy

Nei capitoli precedenti abbiamo parlato dell'importanza del *Made in Italy*, in questo paragrafo affronteremo l'impatto dei dazi applicati dal presidente degli Stati Uniti d'America. L'introduzione dei dazi da parte dell'amministrazione *Trump* ha influenzato vari settori dell'economia italiana. Nel 2024, le esportazioni italiane verso gli Stati Uniti hanno raggiunto i 65 miliardi di euro, con un *surplus* commerciale di 39 miliardi di euro. Tuttavia, l'imposizione di tariffe del 25% su determinati prodotti europei ha messo a rischio diversi settori chiave dell'*export* italiano.<sup>23</sup> Il settore agroalimentare è stato particolarmente colpito. Prodotti come il Pecorino Romano, il Prosecco e il sidro di mele, che destinano una quota significativa del loro *export* al mercato americano, hanno subito perdite considerevoli. Ad esempio, il Pecorino Romano esporta il 57% della sua produzione totale negli *USA*, rendendolo altamente vulnerabile alle nuove tariffe.<sup>24</sup> Anche l'industria automobilistica italiana ha risentito dei dazi. L'introduzione di barriere alle vendite verso gli Stati Uniti ha compromesso i piani dei grandi marchi europei, con l'Italia che ha visto una riduzione delle esportazioni nel settore automobilistico, dove il 30,7% della produzione è destinato al mercato americano.<sup>25</sup> Il settore vinicolo non è stato immune agli effetti dei dazi. La minaccia di tariffe fino al 200% sui vini europei ha creato incertezza tra i produttori italiani, con il rischio di vedere triplicati i prezzi delle bottiglie italiane in America e una possibile scomparsa dagli scaffali statunitensi.<sup>26</sup> Secondo le stime di Prometeia, l'impatto complessivo dei dazi americani potrebbe costare alle aziende italiane tra i 4 e i 7 miliardi di euro, con settori come bevande, *automotive* e farmaceutica che potrebbero pagare il prezzo più alto.<sup>27</sup>

---

<sup>23</sup> <https://www.wired.it/article/dazi-trump-effetti-italia-settori-industria/>

<sup>24</sup> <https://www.cia.it/news/notizie/dazi-usa-cia-allarme-rosso-per-export-agroalimentare-a-rischio-sicuro-pecorino-romano-vini-prosecco-e-sidro-made-in-italy/>

<sup>25</sup> <https://www.otto.unito.it/it/articoli/i-dazi-di-trump-sul-made-italy-lauto-e-il-settore-piu-rischio>

<sup>26</sup> [https://www.corriere.it/economia/aziende/25\\_marzo\\_21/dazi-sul-vino-cosa-succedera-alle-bottiglie-italiane-in-america-prezzi-triplicati-rischiamo-di-sparire-dagli-scaffali-34a01081-ab94-4488-b326-4ae163ae0xlk.shtml](https://www.corriere.it/economia/aziende/25_marzo_21/dazi-sul-vino-cosa-succedera-alle-bottiglie-italiane-in-america-prezzi-triplicati-rischiamo-di-sparire-dagli-scaffali-34a01081-ab94-4488-b326-4ae163ae0xlk.shtml)

<sup>27</sup> <https://www.wired.it/article/dazi-trump-effetti-italia-settori-industria/>

## **3.2 Le PMI italiane**

### ***3.2.1 Le caratteristiche delle PMI italiane***

In Italia, le piccole e medie imprese (PMI) rivestono un ruolo assolutamente centrale nel sistema, rappresentano oltre il 99% delle imprese attive. Questa predominanza si lega a caratteristiche storiche, culturali e territoriali che hanno plasmato il modello economico italiano, differenziandolo da altri paesi industrializzati. Le PMI italiane sono prevalentemente di natura familiare, spesso gestite da imprenditori che esercitano un forte controllo sull'impresa, influenzandone la gestione e i valori. Queste imprese si distinguono per la loro capacità di adattamento ai mutamenti dei mercati e per una forte specializzazione produttiva, elementi che derivano da una profonda conoscenza delle tecnologie di prodotto e processo, nonché da un radicato rapporto con i distretti industriali e con il tessuto locale. Nonostante la loro dimensione ridotta, le PMI italiane mostrano un'elevata propensione all'innovazione, intesa non solo come innovazione tecnologica, ma anche organizzativa e commerciale. Tuttavia, spesso si trovano a dover fronteggiare limiti strutturali, come la scarsità di risorse finanziarie, la limitata capacità di investimento in ricerca e sviluppo e una gestione manageriale ancora fortemente intuitiva e meno sistematica rispetto alle grandi imprese. Inoltre, la crescente complessità dei mercati internazionali e l'accelerazione dell'innovazione digitale pongono nuove sfide che richiedono una trasformazione. Il futuro dell'economia italiana dipenderà in larga parte dalla capacità delle PMI di evolvere il proprio modello organizzativo e gestionale, senza perdere i tratti distintivi che ne hanno decretato il successo nel passato. (Corsi, C., & Migliori, S., 2017)

### ***3.2.2 PMI ed innovazione: come interagiscono?***

Le PMI italiane affrontano il tema dell'innovazione con modalità spesso differenti rispetto alle grandi imprese. Più che su grandi investimenti in ricerca e sviluppo, l'innovazione nelle PMI si basa su una continua evoluzione del prodotto, su miglioramenti incrementali dei processi produttivi e su una forte capacità di adattare soluzioni esistenti ai bisogni specifici del cliente. Nonostante la creatività e la flessibilità

che caratterizzano queste imprese, l'innovazione è limitata dalla scarsità di risorse finanziarie, dalla difficoltà ad accedere a strumenti di supporto pubblico e da competenze manageriali ancora poco sviluppate sul fronte tecnologico e organizzativo. Inoltre, il rapporto delle PMI con il mondo della digitalizzazione appare ancora ambivalente: se da una parte vi è consapevolezza dell'importanza delle tecnologie digitali per migliorare la competitività, dall'altra emergono ritardi nell'adozione concreta di tali strumenti, causati spesso da una scarsa cultura digitale interna o dal timore degli investimenti necessari. (ibidem)

### ***3.2.3 Le diverse tipologie di PMI innovatrici***

Nella grande distribuzione organizzata sono stati individuati quattro profili di PMI che, per analogia, risultano pienamente applicabili anche al contesto dell'Agricoltura 4.0. Questi profili aiutano a interpretare come diverse imprese agricole affrontano il tema dell'innovazione tecnologica.

- Le imprese Dinamiche sono caratterizzate da un'elevata propensione all'adozione di tecnologie innovative, da una forte apertura ai mercati internazionali e da relazioni consolidate con partner di grande dimensione. Queste imprese vedono nell'innovazione un elemento strategico per la crescita e la competitività. Sono spesso pronte a investire in soluzioni tecnologiche anche senza un supporto esterno immediato.
- Le imprese Consolidate, di più ampia dimensione e con una lunga storia alle spalle, mostrano una buona capacità di adattamento tecnologico, pur privilegiando l'adozione di innovazioni più consolidate e a basso rischio. Queste imprese tendono a integrare le nuove tecnologie gradualmente, valutandone attentamente l'impatto sulla produttività e sulla redditività prima di procedere con investimenti più rilevanti.
- Le imprese Giovani, di recente costituzione e di piccole dimensioni, sono spesso caratterizzate da un entusiasmo iniziale verso l'innovazione, ma limitate da scarse risorse finanziarie e da una debole capacità negoziale.

Queste imprese possono essere molto sensibili ai temi della sostenibilità e della digitalizzazione, ma incontrano ostacoli significativi nell'accedere alle tecnologie più avanzate.

- Le imprese Tradizionali, pur possedendo una lunga esperienza di mercato, tendono a resistere maggiormente ai cambiamenti tecnologici. Spesso la loro innovazione si limita a interventi marginali, senza un'integrazione sistematica delle nuove tecnologie. Queste imprese rappresentano una sfida significativa per la diffusione dell'innovazione, mostrando poca volontà di modificare prassi consolidate e adottando un approccio difensivo nei confronti delle nuove tecnologie.

La distinzione tra questi quattro profili aiuta a comprendere che il processo di adozione dell'innovazione nelle PMI agricole non è omogeneo, ma dipende da fattori quali la dimensione, l'esperienza, la cultura organizzativa e la capacità di investimento. (Musso, F., & Risso,

### **3.3 Le politiche europee**

#### ***3.3.1 Il Green Deal europeo***

Il *Green Deal* europeo è la strategia con cui l'Unione Europea punta a trasformare radicalmente il proprio modello economico per diventare il primo continente ad impatto climatico zero entro il 2050. Si tratta di un piano che mira a ridurre le emissioni di gas a effetto serra, stimolare l'uso efficiente delle risorse, tutelare la biodiversità e migliorare la salute e la qualità della vita dei cittadini. Tra gli obiettivi principali vi è il taglio delle emissioni nette almeno del 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990. Per realizzare questa transizione, l'UE ha previsto importanti investimenti in energia pulita, mobilità sostenibile, ristrutturazioni edilizie ecologiche e agricoltura più sostenibile. Al centro del *Green Deal* c'è anche un forte impegno per garantire che nessuno venga lasciato indietro, in quest'ambito entra in gioco il Meccanismo per una transizione giusta destinato a sostenere le regioni e i settori più colpiti. Il piano industriale del *Green Deal* si fonda su quattro pilastri: un contesto normativo prevedibile e semplificato, un accesso più rapido

ai finanziamenti, migliori competenze e commercio aperto per catene di approvvigionamento resilienti.<sup>28</sup>

### ***3.3.2 Il meccanismo per una transizione giusta***

Il Meccanismo per una transizione giusta (*MTG*) è un'iniziativa fondamentale del *Green Deal* europeo, concepita per garantire che la transizione verso un'economia climaticamente neutra avvenga in modo equo e inclusivo, senza lasciare indietro nessuna regione o comunità. Questo strumento mira a mobilitare circa 55 miliardi di euro nel periodo 2021-2027, concentrandosi sulle aree più colpite dalla transizione ecologica.

Il MTG si articola su tre pilastri principali:

- Fondo per una transizione giusta (FTG): Con una dotazione di 19,7 miliardi di euro, questo fondo è destinato a sostenere le regioni e i settori più colpiti dalla transizione, promuovendo la diversificazione economica e la riconversione industriale.
- Regime per una transizione giusta nell'ambito del programma *InvestEU*: Questo strumento fornisce una garanzia di bilancio per attrarre investimenti privati in progetti sostenibili, facilitando l'accesso ai finanziamenti per le imprese che operano nelle regioni in transizione.
- Strumento di prestito per il settore pubblico: Combinando sovvenzioni dell'UE con prestiti della Banca europea per gli investimenti, questo strumento mira a mobilitare investimenti pubblici in infrastrutture sostenibili e progetti di energia pulita nelle regioni interessate.

Per accedere ai fondi del MTG, gli Stati membri devono elaborare Piani territoriali per una transizione giusta, che delineano le sfide specifiche di ciascun territorio, gli obiettivi di sviluppo da raggiungere entro il 2030 e le misure previste per attenuare l'impatto

---

<sup>28</sup> [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/ip\\_23\\_510](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/ip_23_510)

socioeconomico della transizione. L'approvazione di questi piani è fondamentale per sbloccare i finanziamenti disponibili attraverso i tre pilastri del meccanismo. (ibidem)

### ***3.3.3 Altri programmi di finanziamento: Il fondo per l'innovazione***

*L'Innovation Fund* è uno dei più grandi programmi di finanziamento al mondo per le tecnologie a zero emissioni nette, pensato per supportare la transizione verso un'industria europea climaticamente neutra. Il fondo finanzia progetti altamente innovativi nei settori ad alta intensità energetica, includendo soluzioni per le energie rinnovabili, l'efficienza energetica e la riduzione delle emissioni. In questo quadro, le imprese agricole possono beneficiare in modo significativo delle risorse messe a disposizione, poiché molte delle tecnologie su cui si basa l'agricoltura 4.0. rientrano nelle categorie di innovazione sostenibile e a basse emissioni che il fondo sostiene. Inoltre, il sostegno a progetti “*first-of-a-kind*” (cioè innovativi e pionieristici) favorisce l'introduzione di sistemi agricoli intelligenti che possono rivoluzionare la produzione alimentare, rendendola più efficiente, meno impattante e in linea con gli obiettivi del *Green Deal* europeo. Il fondo è finanziato attraverso i proventi del sistema di scambio delle quote di emissione dell'UE (*EU ETS*), ovvero il meccanismo che obbliga le industrie a pagare per le emissioni di CO<sub>2</sub>, trasformando così i costi ambientali in risorse per l'innovazione sostenibile. Le imprese vengono finanziate dall'*Innovation Fund* attraverso sovvenzioni a fondo perduto. I finanziamenti possono coprire: fino al 60% dei costi legati all'innovazione (inclusi costi di capitale, operativi e relativi alla scalabilità del progetto), anticipi durante la fase iniziale del progetto ed infine pagamenti legati ai risultati, erogati progressivamente in base ai traguardi raggiunti in termini di riduzione delle emissioni o sviluppo tecnologico. (ibidem)

### ***3.3.4 Strategia farm to fork***

La Strategia *Farm to Fork*, introdotta dalla Commissione Europea nel 2020, è un'iniziativa chiave del *Green Deal* europeo che mira a trasformare l'intera catena alimentare dell'UE. Tra gli obiettivi concreti vi è la riduzione del 50% dell'uso dei pesticidi chimici entro il 2030, insieme alla diminuzione del 20% dell'uso dei fertilizzanti e alla riduzione del 50% delle vendite di antimicrobici usati in agricoltura e zootecnia. Inoltre, la strategia punta ad aumentare al 25% la quota di superficie agricola destinata al biologico. Per raggiungere questi traguardi, la Commissione promuove incentivi e strumenti normativi, tra cui la revisione dell'etichettatura degli alimenti, la promozione di diete più sostenibili e l'introduzione di criteri minimi obbligatori per gli appalti pubblici di cibo sostenibile. La strategia include anche un piano d'azione con scadenze specifiche fino al 2030, con l'obiettivo di integrare sostenibilità e innovazione in ogni fase della filiera alimentare europea. (ibidem)

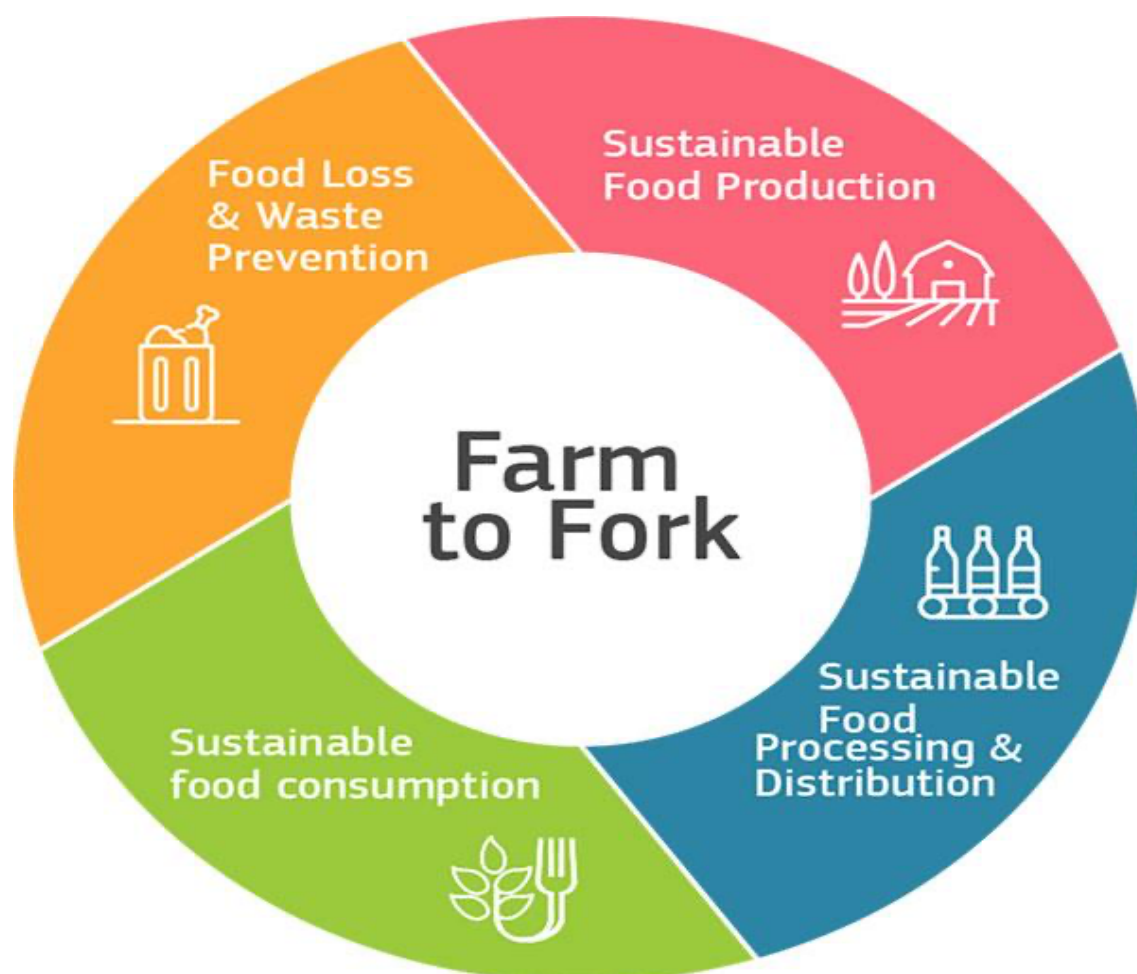


Figura 11: Strategia farm to fork, Unione Europea

### 3.4 LA Politica Agricola Comune

#### 3.4.1 La nuova PAC

Per tradurre in azioni concrete i principi perseguiti dal *Green Deal*, è stato necessario rivedere e rafforzare strumenti già esistenti, come la Politica Agricola Comune (PAC). Quest'ultima funge da ponte operativo tra le ambizioni climatiche dell'Unione e il mondo agricolo. La Politica Agricola Comune (PAC), istituita nel 1962, è una politica fondamentale dell'Unione Europea che mira a sostenere gli agricoltori e garantire la sicurezza alimentare in Europa. Tra i suoi obiettivi principali vi sono il miglioramento

della produttività agricola per assicurare un approvvigionamento stabile di alimenti a prezzi accessibili, la tutela del tenore di vita degli agricoltori, la promozione della gestione sostenibile delle risorse naturali e la preservazione delle zone rurali in tutta l'UE. Per il periodo 2023-2027, la PAC si concentra su dieci obiettivi specifici, allineati agli obiettivi comunitari dell'UE in materia di sostenibilità sociale, ambientale ed economica. La PAC è finanziata attraverso il bilancio dell'UE e si articola in due pilastri principali: il primo riguarda il sostegno diretto al reddito degli agricoltori, mentre il secondo è focalizzato sullo sviluppo rurale.<sup>29</sup>

### ***3.4.2 Gli obiettivi della PAC***

La nuova Politica Agricola Comune 2023-2027 si fonda su dieci obiettivi specifici che guidano tutte le strategie nazionali e rappresentano il cuore della riforma. I dieci obiettivi sono:

- Garantire un reddito equo agli agricoltori, per sostenere la stabilità economica del settore e contrastare l'abbandono delle aree rurali.
- Aumentare la competitività, investendo in tecnologie moderne e digitalizzazione per rafforzare il posizionamento degli agricoltori sul mercato.
- Riequilibrare il potere nella catena alimentare, garantendo condizioni di mercato più eque e proteggendo gli agricoltori da pratiche commerciali sleali.
- Agire contro i cambiamenti climatici, con pratiche agricole più sostenibili e contributi tangibili alla neutralità climatica dell'UE.
- Tutelare l'ambiente, incentivando la gestione sostenibile delle risorse naturali come acqua, suolo e aria.
- Preservare il paesaggio e la biodiversità, salvaguardando habitat naturali e promuovendo la rotazione delle colture.
- Favorire il ricambio generazionale, offrendo supporto mirato ai giovani agricoltori per rinnovare e ringiovanire il settore.

---

<sup>29</sup> [https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy\\_it](https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy_it)

- Sostenere l'occupazione e la crescita nelle zone rurali, migliorando le infrastrutture, i servizi e la qualità della vita nelle aree meno urbanizzate.
- Tutelare la qualità alimentare, la salute e il benessere, rafforzando i controlli e promuovendo produzioni più sostenibili e trasparenti.
- Promuovere la conoscenza, l'innovazione e la digitalizzazione, attraverso investimenti nella formazione, nella consulenza tecnica e nella ricerca agricola (ibidem)



*Figura 12: Gli obiettivi della PAC, Unione Europea*

### ***3.4.3 I punti della riforma***

La riforma della PAC 2023-2027 punta verso una politica agricola più equa e più verde. L'obiettivo di una PAC più equa si traduce in una distribuzione più bilanciata degli aiuti, favorendo le piccole e medie aziende agricole, che rappresentano la maggioranza in Europa, e rafforzando il sostegno al reddito attraverso il meccanismo della redistribuzione interna. Questo sistema consente agli Stati membri di riservare una parte significativa dei pagamenti diretti alle aziende più piccole. Allo stesso tempo, si promuove l'inclusione generazionale e di genere, con misure mirate per favorire l'ingresso dei giovani nel settore agricolo e sostenere il ruolo delle donne. Inoltre, la maggiore flessibilità concessa ai Paesi membri permette di adattare le politiche agricole alle specificità territoriali, rendendo gli interventi più efficaci e mirati. Gli Stati membri devono dimostrare una maggiore ambizione ambientale rispetto al passato, rispettando il principio del "non regresso" (ossia, i livelli di tutela ambientale, climatica e sociale già raggiunti non possono essere ridotti nelle future riforme) e assicurando che ogni piano strategico contribuisca alla lotta contro i cambiamenti climatici. Tra gli strumenti principali figurano gli eco-schemi, pratiche volontarie premiate finanziariamente (fino al 25% del bilancio per i pagamenti diretti) che incentivano metodi di coltivazione sostenibili, la tutela della biodiversità, la rotazione delle colture e il benessere animale. Inoltre, vengono rafforzati gli obblighi ambientali di base, rendendo gli aiuti condizionati al rispetto di requisiti climatici e ambientali più stringenti. (ibidem)

### ***3.4.4 I due pilastri della PAC***

La PAC 2023–2027 disporrà di un *budget* totale di 386,6 miliardi di euro, rendendola una delle politiche più finanziate dell'Unione Europea. Il finanziamento è suddiviso tra due strumenti principali: il Fondo europeo agricolo di garanzia (FEAGA), che copre i pagamenti diretti agli agricoltori (primo pilastro), e il Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR), che sostiene lo sviluppo delle zone rurali (secondo pilastro). Il FEAGA riceverà 291,1 miliardi di euro, destinati in larga parte (circa 270 miliardi) ai pagamenti diretti, che rappresentano una rete di sicurezza economica per milioni di

agricoltori europei. Il FEASR, invece, beneficerà di 95,5 miliardi di euro, inclusi 8,1 miliardi provenienti da *Next Generation EU*, lo strumento straordinario per la ripresa *post-Covid*. Una delle innovazioni chiave del nuovo periodo di programmazione è l'integrazione dei fondi all'interno dei Piani Strategici Nazionali, che consente a ciascun Stato membro di adattare l'uso delle risorse alle specifiche esigenze locali, aumentando l'efficacia degli interventi. È prevista anche una flessibilità del 25% tra i due pilastri, permettendo di trasferire fondi da uno all'altro in base alle priorità nazionali. Inoltre, almeno il 40% dell'intero bilancio della PAC sarà destinato ad azioni legate al clima, in linea con gli obiettivi del *Green Deal* europeo, mentre il 35% dei fondi per lo sviluppo rurale sarà riservato a misure agro-climatico-ambientali, come la biodiversità, la gestione sostenibile delle risorse naturali e la riduzione delle emissioni. I pagamenti saranno soggetti a criteri di condizionalità rafforzata, ovvero gli agricoltori dovranno rispettare standard ambientali, sanitari e sociali per poter ricevere il sostegno. L'UE intende così migliorare l'efficienza, la trasparenza e l'impatto concreto della spesa agricola, introducendo un sistema di monitoraggio della performance basato su indicatori e obiettivi misurabili. Infine, una parte del *budget* sosterrà la ricerca e l'innovazione agricola attraverso il programma *Horizon Europe*, contribuendo a modernizzare il settore e ad affrontare le sfide ambientali e produttive del futuro. (ibidem)

### ***3.4.5 I piani strategici nazionali***

I Piani Strategici della PAC rappresentano il cuore della nuova governance della Politica Agricola Comune 2023–2027. Ogni Stato membro dell'UE ha elaborato un proprio piano (il Belgio ne ha due, uno per le Fiandre e uno per la Vallonia), approvato dalla Commissione europea, con l'obiettivo di rispondere in modo mirato alle specifiche esigenze agricole, ambientali e sociali del proprio territorio. Tra i temi centrali affrontati nei piani ci sono: il mantenimento di un reddito equo per gli agricoltori, la transizione ecologica del settore, la tutela della biodiversità, il rafforzamento delle comunità rurali e il rispetto delle aspettative sociali, come il benessere animale e la sostenibilità sociale, tutto questo in linea con gli obiettivi della PAC. Secondo la valutazione della Commissione europea del novembre 2023, i Piani Strategici costituiscono uno strumento

fondamentale per guidare il settore agricolo verso un modello più sostenibile, pur evidenziando che in alcuni ambiti sarebbe stato auspicabile un livello di ambizione più elevato. Tuttavia, essi rappresentano un'importante innovazione: per la prima volta, gli Stati membri sono pienamente responsabili della progettazione e dell'attuazione degli strumenti della PAC, garantendo una maggiore flessibilità e adattabilità alle sfide locali, ma sotto la supervisione e il coordinamento dell'Unione Europea. (ibidem)

### ***3.4.6 Il piano strategico italiano***

Il Piano Strategico dell'Italia riflette la complessità agricola del territorio italiano, caratterizzato da una grande varietà di produzioni, condizioni climatiche e morfologiche, con oltre 1,1 milioni di aziende agricole, in gran parte familiari, distribuite su circa 12,5 milioni di ettari, più della metà dei quali situati in aree montane o svantaggiate. La strategia italiana si sviluppa su tre assi principali: sostenibilità economica, ambientale e sociale. Sul piano economico, l'Italia ha stanziato 17,6 miliardi di euro per garantire un sostegno al reddito più equo e mirato, con un tetto massimo di 2.000 euro per ettaro e un 10% della dotazione riservata ai piccoli agricoltori tramite il pagamento redistributivo. Alcuni settori strategici come grano duro, latte di bufala e pomodoro da industria riceveranno 2,64 miliardi di euro, mentre 3 miliardi saranno destinati alla gestione del rischio climatico. Inoltre, sono previsti interventi per migliorare la competitività e la posizione degli agricoltori nella catena alimentare. Per quanto riguarda la sostenibilità ambientale, l'Italia investirà oltre 10 miliardi di euro in azioni a favore del clima e dell'ambiente, con l'obiettivo di rendere più verde l'agricoltura nazionale. Il piano prevede 34 eco-schemi volontari, che compensano gli agricoltori per pratiche agricole rispettose dell'ambiente, come la riduzione dei fertilizzanti, la conservazione del suolo e la tutela della biodiversità. Circa 2 miliardi di euro saranno dedicati all'agricoltura biologica, con l'ambizione di raggiungere il 25% della superficie agricola entro il 2027. Altri interventi includono i sistemi agricoli integrati (635 milioni su 497.000 ettari) e nuove tecniche di distribuzione dei fertilizzanti (52 milioni su 50.000 ettari). Dal punto di vista sociale, il piano affronta il problema dello spopolamento delle aree rurali e del lavoro agricolo precario. Oltre 730 milioni di euro saranno destinati alla creazione di

4.500 nuove imprese agricole, in particolare per giovani, donne e disoccupati di lunga durata. Sarà introdotta già dal 2023 la condizionalità sociale, un meccanismo innovativo per migliorare le condizioni di lavoro nel settore. Inoltre, oltre 2 miliardi di euro saranno impiegati per migliorare il benessere animale, riducendo l'uso di antimicrobici e favorendo stalle più spaziose e sostenibili. Infine, per supportare l'innovazione, la digitalizzazione e la formazione, il piano stanziava 437 milioni di euro per la consulenza tecnica e la diffusione della conoscenza. Sono previste quasi 70.000 ore di formazione per consulenti agricoli e oltre 460.000 beneficiari coinvolti in attività formative o reti per l'innovazione. Complessivamente, il piano strategico italiano mobilita oltre 36,5 miliardi di euro (28 miliardi dai fondi UE e circa 8,5 da fondi nazionali), rappresentando una delle più ambiziose strategie agricole italiane per trasformare il settore in chiave sostenibile, tecnologica e inclusiva. (Commissione europea, 2025)

### **3.5 PNRR**

#### ***3.5.1 Il piano nazionale ripresa e resilienza***

Il piano strategico italiano si integra con le misure previste dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), che rappresenta un ulteriore strumento per sostenere la transizione. Quest'ultimo è il programma strategico con cui l'Italia intende utilizzare i fondi del *Next Generation EU* per promuovere una ripresa economica sostenibile e resiliente. Il PNRR si articola in sette missioni principali:

- Digitalizzazione, Innovazione, Competitività, Cultura e Turismo: mira a modernizzare il Paese attraverso la tecnologia digitale, promuovendo cambiamenti strutturali significativi.
- Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica: si concentra sulla promozione dell'economia circolare, la gestione sostenibile dei rifiuti, l'adozione di fonti di energia rinnovabile e il miglioramento delle reti elettriche e delle risorse idriche.
- Infrastrutture per una Mobilità Sostenibile: punta a trasformare la rete di trasporti italiana, creando strade, ferrovie, porti e aeroporti più moderni e sostenibili entro cinque anni.

- Istruzione e Ricerca: si propone di creare un nuovo sistema educativo che metta al centro il diritto allo studio, migliorando la qualità e l'accessibilità dell'istruzione e potenziando la ricerca.
- Inclusione e Coesione: mira a costruire un futuro più equo per tutti i cittadini attraverso l'innovazione del mercato del lavoro e l'eliminazione delle disuguaglianze.
- Salute: si focalizza sul rafforzamento del sistema sanitario nazionale, migliorando l'accesso alle cure e potenziando la ricerca biomedica.
- *RePowerEU*: aggiunta successivamente, questa missione è volta a rafforzare la transizione ecologica del Paese attraverso interventi specifici.<sup>30</sup>

### ***3.5.2 Rivoluzione Verde e Transizione ecologica***

La missione "Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica" con una dotazione finanziaria di circa 59,3 miliardi di euro, è la missione che riceve il maggior numero di risorse, ammontano al 28,56% dell'importo totale. Questa missione è suddivisa in quattro componenti principali:

- Agricoltura sostenibile ed economia circolare: con un finanziamento di 5,27 miliardi di euro, mira a colmare le lacune strutturali che ostacolano il raggiungimento di un equilibrio sostenibile tra natura, sistemi alimentari e biodiversità.
- Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile: dotata di 23,78 miliardi di euro, questa componente si focalizza sul potenziamento delle fonti di energia rinnovabile, lo sviluppo dell'idrogeno come vettore energetico, l'ammodernamento delle reti elettriche e la promozione di una mobilità sostenibile.
- Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici: con un *budget* di 15,36 miliardi di euro, si propone di migliorare l'efficienza energetica degli edifici

---

<sup>30</sup> <https://www.italiadomani.gov.it/content/sogei-ng/it/it/home.html>

pubblici e privati, contribuendo alla riduzione delle emissioni e al risparmio energetico.

- Tutela del territorio e della risorsa idrica: finanziata con 15,06 miliardi di euro, questa componente è dedicata alla protezione e valorizzazione del territorio, alla gestione sostenibile delle risorse idriche e alla prevenzione dei rischi idrogeologici. (ibidem)

### **3.6 Riusciranno le imprese italiane ad adattarsi a questi cambiamenti?**

#### ***3.6.1 Riflessioni conclusive***

Alla luce delle analisi condotte in questo capitolo, si può affermare che le imprese Italiane si trovano in una posizione intermedia tra la possibilità concreta di adattarsi alla transizione verso l'Agricoltura 4.0 e il rischio di rimanere indietro. Le potenzialità del sistema agricolo italiano sono evidenti: un settore che, pur rappresentando direttamente “solo” il 2% del PIL, è parte integrante di una filiera agroalimentare che genera il 15% dell'economia nazionale, per un valore complessivo di 676 miliardi di euro). Inoltre, la varietà colturale e la qualità delle produzioni italiane, unite alla forza del *Made in Italy*, costituiscono un punto di partenza solido per affrontare l'innovazione con successo. A questo si aggiungono strumenti politici ed economici fondamentali, come il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) e la nuova Politica Agricola Comune (PAC) 2023–2027, che offrono incentivi, investimenti e supporto specifico alla transizione digitale, al ricambio generazionale e alla sostenibilità ambientale. Le politiche europee, inoltre, favoriscono approcci adattati ai contesti locali, offrendo alle imprese Italiane margini di manovra per superare le proprie fragilità strutturali. Tuttavia, i dati mostrano chiaramente le difficoltà ancora da superare. Nel 2023 si è registrata una riduzione del credito agricolo del 2,5%, con un calo più marcato dei prestiti a medio-lungo termine (-8,8%), che penalizza proprio gli investimenti in infrastrutture e tecnologie agricole. Il divario territoriale tra Nord e Sud rimane significativo: le aziende del Nord godono di migliori condizioni strutturali, produttive e di reddito, mentre nel Mezzogiorno persistono difficoltà legate a frammentazione aziendale, scarsa meccanizzazione e minore accesso ai finanziamenti. Anche il capitale umano rappresenta una criticità rilevante: oltre il 45%

dei conduttori agricoli ha più di 65 anni e solo il 9% è costituito da giovani. La scarsa formazione tecnico-digitale (solo il 10% degli agricoltori ha una laurea) rende più lenta e difficile l'adozione di soluzioni innovative. A ciò si somma la resistenza culturale al cambiamento, già evidenziata nei capitoli precedenti, che porta molti agricoltori a diffidare delle nuove tecnologie, specie in assenza di supporto e formazione continua. Non va poi sottovalutato l'impatto dei cambiamenti climatici, che nel 2023 hanno colpito duramente l'agricoltura italiana, tra siccità, eccessi di pioggia e incendi, mettendo in crisi la disponibilità idrica e la tenuta delle colture. In questo contesto, l'adozione di tecnologie avanzate per il monitoraggio ambientale, la gestione dell'acqua e la previsione dei fenomeni climatici estremi diventa non solo un'opportunità, ma una necessità. In conclusione, le imprese Italiane possono e devono adattarsi ai cambiamenti portati dall'Agricoltura 4.0, ma non sarà un percorso automatico. Sarà necessario affrontare le debolezze strutturali, territoriali e culturali del settore. L'adozione diffusa delle nuove tecnologie, accompagnata da politiche mirate, formazione continua, inclusione dei giovani e investimenti stabili, rappresenta la chiave per una transizione efficace. Se sapranno valorizzare i loro punti di forza e colmare i propri ritardi, dal mio punto di vista, le imprese Italiane potranno affermarsi come eccellenze da imitare nella trasformazione dell'agricoltura europea.

## **Capitolo 4. Applicazione Pratica delle tecnologie dell'Agricoltura 4.0**

### **4.1 Modelli europei di riferimento**

#### ***4.1.1 Introduzione ai case studies***

Per comprenderne appieno le potenzialità dell'agricoltura 4.0 è fondamentale analizzarne le applicazioni pratiche. Dopo aver esplorato i principi teorici e le tecnologie abilitanti nei capitoli precedenti, questo capitolo propone un approfondimento su alcune realtà europee ed italiane che hanno già intrapreso con successo il percorso verso l'innovazione digitale in agricoltura. Queste esperienze aziendali offrono spunti utili non solo per le grandi imprese del settore agroalimentare, ma anche per le piccole e medie imprese e per le realtà familiari che desiderano avvicinarsi all'Agricoltura 4.0. I casi che verranno presentati sono stati selezionati per la loro rilevanza, innovatività e rappresentatività del panorama agricolo europeo ed italiano, con l'obiettivo di dimostrare che il cambiamento è già in atto e che l'adozione delle nuove tecnologie è non solo possibile, ma necessaria per affrontare le sfide future del settore agricolo. Inoltre, ci sarà una parte dedicata alla PMI di proprietà della mia famiglia, che, come molte imprese agricole, sta svolgendo la transizione verso il 4.0.

#### ***4.1.2 Agreenculture***

Agreenculture è un'azienda francese all'avanguardia nello sviluppo di soluzioni per l'Agricoltura 4.0, con particolare enfasi sull'automazione, la sicurezza e la sostenibilità delle operazioni agricole. Il cuore dell'innovazione proposta è rappresentato dall'*AGCbox*, un modulo di controllo che integra una centralina elettronica, un sistema GNSS S-RTK ad altissima precisione (fino a 2 cm), sensori di assetto e algoritmi proprietari di guida autonoma. Questo dispositivo consente di trasformare trattori e macchine agricole convenzionali in veicoli autonomi o semi-autonomi, garantendo compatibilità con diversi livelli di automazione (da assistenza alla guida fino alla guida completamente autonoma). Una delle sue funzioni distintive è la tecnologia *Safencing®*, che definisce virtualmente le aree di lavoro e consente alle macchine di operare in sicurezza e nel rispetto delle normative europee senza supervisione umana. Inoltre,

Agreenculture ha sviluppato una piattaforma cloud che permette la gestione remota, il monitoraggio in tempo reale e la programmazione di flotte di macchine agricole, rendendo possibile l'intervento simultaneo su più appezzamenti. Queste innovazioni rendono l'azienda un punto di riferimento nel processo di digitalizzazione dell'agricoltura europea, favorendo una maggiore efficienza, tracciabilità delle operazioni e riduzione dell'impatto ambientale.<sup>31</sup>

#### **4.1.3 Nestlé**

Nestlé, *leader* mondiale nel settore alimentare, ha avviato un processo di trasformazione digitale ispirato ai principi dell'Industria 4.0, puntando sull'adozione della *blockchain* come leva strategica per l'innovazione della propria *supply chain*. L'impresa ha integrato questa tecnologia per garantire una tracciabilità completa e verificabile dei prodotti. Attraverso un semplice QR code, i consumatori possono accedere in tempo reale a informazioni dettagliate sull'origine delle materie prime, le fasi di lavorazione e i percorsi logistici, migliorando la trasparenza e rafforzando la fiducia verso il brand. Nestlé è inoltre membro fondatore della piattaforma IBM Food Trust, che sfrutta registri distribuiti per assicurare l'immutabilità e l'affidabilità dei dati lungo tutta la filiera.<sup>32</sup>

#### **4.1.4 Bosch**

Infine, tra gli esempi virtuosi a livello europeo si distingue Bosch, che ha sviluppato soluzioni avanzate basate sull'*Internet of Things* e sull'analisi dei dati ambientali in tempo reale. Tra queste, il sistema *Asparagus Monitoring* consente di rilevare la temperatura del terreno a diverse profondità nelle coltivazioni di asparagi, permettendo agli agricoltori di regolare in modo mirato i teli di copertura per preservare la qualità del raccolto. Un'altra applicazione, *Strawberry Monitoring*, è progettata per il monitoraggio della temperatura

---

<sup>31</sup> <https://www.agreenculture.net/>

<sup>32</sup> <https://cryptonomist.ch/2020/07/29/nestle-blockchain-per-supply-chain/>

e dell'umidità nei campi di fragole e ortaggi, con l'obiettivo di prevenire danni da gelo e condizioni favorevoli allo sviluppo di patologie fungine. Tali tecnologie ottimizzano l'irrigazione e riducono l'impiego di risorse, inoltre rappresentano anche un modello replicabile per altre aziende agricole europee che intendano avviare una transizione verso un'agricoltura più sostenibile, digitale e *data-driven*.

## **4.2 Imprese italiane che hanno adottato le tecnologie dell'Agricoltura 4.0**

### **4.2.1 Bonifiche Ferraresi**

Un primo esempio italiano su come risolvere la problematica della scarsità idrica è rappresentato dal progetto *PON WATER4AGRIFOOD*, al quale partecipa attivamente il gruppo Bonifiche Ferraresi. Il progetto si propone di sviluppare soluzioni tecnologiche avanzate per la gestione sostenibile dell'acqua nei sistemi agroalimentari mediterranei, rendendoli più resilienti ai cambiamenti climatici. Il contributo di Bonifiche Ferraresi si concentra in particolare sull'Obiettivo Realizzativo 4, dedicato alla sperimentazione di modelli di tariffazione dinamica per incentivare un uso razionale ed efficiente della risorsa idrica. Le tecnologie impiegate spaziano dalla sensoristica *IoT* per il monitoraggio in tempo reale dell'umidità del suolo e dei consumi idrici, ai sistemi di supporto alle decisioni (*DSS*) che integrano dati meteorologici, ambientali e agronomici per pianificare in modo ottimale gli interventi irrigui. Inoltre, l'uso di droni e immagini satellitari multispettrali consente di ottenere una mappatura dettagliata dello stato fisiologico delle colture, utile per individuare con precisione le aree che necessitano di interventi idrici. I dati raccolti vengono elaborati mediante algoritmi di intelligenza artificiale e *machine learning*, capaci di prevedere il fabbisogno idrico delle piante in funzione delle condizioni climatiche future e delle caratteristiche del terreno. Il progetto integra anche soluzioni per la cosiddetta *Grey Water*, sfruttando tecnologie di depurazione avanzata che permettono di reimmettere acqua pulita nel ciclo produttivo agricolo, riducendo così la dipendenza dalle risorse idriche primarie. In parallelo, sono sviluppate strategie per la gestione della *Green Water*, con l'adozione di bacini di raccolta e sistemi di accumulo, che permettono di immagazzinare l'acqua piovana e distribuirli nei periodi di maggiore siccità. Il progetto genera ricadute positive non solo dal punto di vista produttivo ed ecologico, ma anche

occupazionale, promuovendo l'inserimento di figure professionali con competenze *ICT* (*Information and Communication Technology*) e agronomiche avanzate. (BF S.p.A., 2024).

#### **4.2.3 Barilla e la blockchain: innovazione nella tracciabilità alimentare**

Barilla ha avviato un progetto di digitalizzazione della filiera del basilico utilizzato nel Pesto alla Genovese, in collaborazione con *Connecting Food*, una *startup* francese specializzata in soluzioni *blockchain* per la tracciabilità alimentare. Questo progetto consente ai consumatori di accedere a informazioni dettagliate sull'origine e sul processo produttivo del basilico, garantendo trasparenza e autenticità. Il sistema si basa su una rete *blockchain*, che consente la registrazione di ogni fase della filiera: dalla semina del basilico, alla raccolta, al trasporto, fino alla trasformazione nello stabilimento di Rubbiano. Ogni attore coinvolto nella filiera contribuisce alla creazione di blocchi di dati che documentano le attività svolte, garantendo così l'autenticità e l'integrità delle informazioni. Per il consumatore finale, l'esperienza si traduce nella possibilità di scansionare un *QR code* presente sull'etichetta del vasetto di pesto, accedendo a una web app che fornisce una "carta d'identità" del basilico: informazioni sul luogo e la data di coltivazione, dettagli sull'azienda agricola produttrice, e le fasi successive fino al confezionamento. La tecnologia *blockchain* assicura che questi dati siano verificabili e non alterabili, aumentando la fiducia del consumatore nel prodotto. Questo progetto rappresenta un esempio concreto di come la *blockchain* possa essere applicata nel settore agroalimentare, rispondendo alle crescenti esigenze dei consumatori e contribuendo a una filiera più responsabile e tracciabile.<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup> <https://www.barilla.com/it-it/campagna/la-trasparenza-amata-da-tutti>

#### **4.2.4 Il Piano Industriale 2024-2027 di Granarolo**

Il Gruppo Granarolo, una delle realtà più rappresentative del settore lattiero-caseario italiano, ha intrapreso con decisione il percorso verso l'Agricoltura 4.0 attraverso il suo ambizioso Piano Industriale 2024-2027, che pone l'innovazione tecnologica e la sostenibilità al centro dello sviluppo aziendale. Uno degli elementi cardine è la "Fabbrica del Futuro", un progetto che punta a rinnovare i processi produttivi, logistici e di confezionamento grazie all'adozione di tecnologie digitali avanzate, tra cui sistemi *IoT* per il monitoraggio in tempo reale, piattaforme *cloud* per l'analisi dei dati e soluzioni basate sull'intelligenza artificiale per ottimizzare le decisioni operative. La digitalizzazione della filiera permette di garantire la tracciabilità completa del prodotto, dalla stalla al punto vendita, certificando qualità, sostenibilità e origine italiana delle materie prime, in linea con le aspettative dei consumatori sempre più attenti e consapevoli. In parallelo, è stato avviato un importante lavoro sulla qualità del prodotto e la prevenzione degli sprechi. Attraverso l'uso dell'intelligenza artificiale, il gruppo è in grado di monitorare parametri microbiologici e ambientali, ottimizzando così la *shelf-life* dei prodotti senza comprometterne le caratteristiche organolettiche. (Granarolo S.p.A., 2025)

#### **4.2.5 I case studies: analogie e contrasti**

Nonostante le differenze settoriali e organizzative tra Bonifiche Ferraresi, Barilla e Granarolo, emergono alcune interessanti considerazioni trasversali in merito all'adozione delle tecnologie 4.0. In primo luogo, le tempistiche di adozione risultano differenziate: Bonifiche Ferraresi si è mossa in modo relativamente precoce, integrando strumenti di agricoltura di precisione già prima del 2020; Barilla ha introdotto la *blockchain* più di recente per rafforzare la tracciabilità e contrastare fenomeni come *l'Italian Sounding*; Granarolo ha inserito le innovazioni digitali nel proprio piano industriale 2024-2027, adottando un approccio graduale. Sul piano degli investimenti, tutte e tre le imprese hanno destinato risorse significative, pur operando con logiche diverse: Barilla ha investito principalmente in soluzioni digitali per la tracciabilità alimentare lungo la filiera;

Bonifiche Ferraresi, pur con una struttura da PMI, ha dovuto affrontare costi rilevanti per l'integrazione di tecnologie su ampie superfici coltivate, rendendo necessario un attento bilanciamento tra innovazione e sostenibilità economica; Granarolo ha puntato su investimenti destinati al miglioramento dell'efficienza logistica e alla riduzione dell'impatto ambientale. Per quanto riguarda le sfide affrontate, tutte le imprese hanno incontrato ostacoli comuni come la necessità di formazione interna e l'adattamento dei processi produttivi. In particolare, Barilla si è scontrata con la necessità di sensibilizzare i consumatori sull'utilità del *QR code* per la tracciabilità mentre Bonifiche Ferraresi e Granarolo hanno dovuto far fronte alla complessità di integrare tecnologie avanzate in un contesto agricolo ancora non sviluppato.

## **4.3 Il mio family business**

### ***4.3.1 La nostra storia***

La nostra storia inizia nel 1966, quando Vincenzo Somma, spinto dalla passione per il verde, iniziò a coltivare piantine nell'orto della suocera, vendendole ai vicini e ai conoscenti. Un anno dopo fece il primo vero passo imprenditoriale: assunse quattro dipendenti e ottenne un appalto dal Comune di Nola per la manutenzione del verde pubblico. Nel 1969 acquistò un chiosco per la vendita di fiori presso il cimitero di Nola e, nel 1970, affittò un piccolo terreno di 200 metri quadrati dove avviò ufficialmente l'attività vivaistica. La crescita fu rapida: nel 1973 acquistò un terreno più grande, di 500 metri quadrati, sempre a Nola, dove ampliò la produzione. L'anno successivo arrivò anche il primo camioncino, che gli permise di viaggiare in tutta Italia alla ricerca di nuove varietà di piante. Nel 1975, venduto il terreno iniziale, trasferì l'intera attività su un nuovo lotto, che oggi è diventato il terreno dove sorge la mia casa. Gli anni '80 segnarono una svolta: l'azienda prese in affitto un terreno che oggi ospita la sede della vendita all'ingrosso e ne acquistò un altro, trasformandolo nel punto vendita al dettaglio. A quel tempo, il team era formato da una decina di operai, supportati da tre piccoli camion e tre trattori. Nel 1994, con mio nonno gravemente malato, Antonio Somma, appena ventenne, prese in mano l'azienda. Tre anni dopo, nel 1997, acquistò il terreno dove oggi sorgono l'area produttiva e la sede della vendita all'ingrosso. Nel 2000 vennero costruite sei serre

e i capannoni per il deposito, segnando un nuovo capitolo di espansione. Il 2008 fu l'anno dell'internazionalizzazione: la nostra azienda acquisì il 50% di un vivaio in difficoltà a *Elche*, in Spagna. Oggi quella realtà è considerata una delle eccellenze del settore vivaistico spagnolo. Arriviamo così al 2025. Il nostro gruppo conta tre sedi operative, produce, importa ed esporta in tutto il mondo, e impiega 108 dipendenti. La flotta aziendale si è ampliata con decine di camion, macchinari agricoli e attrezzature all'avanguardia.

#### ***4.3.2 Gli investimenti del Vivaio Somma in 4.0***

Nel 2024, la mia impresa ha beneficiato del credito d'imposta per investimenti in beni strumentali nuovi, previsto nell'ambito del Piano Transizione 4.0 e applicabile anche al settore agricolo sotto la denominazione di Agricoltura 4.0. Grazie a questa misura, abbiamo acquistato un sollevatore telescopico Merlo, un muletto, una cassa automatica, uno scavatore e una bio-trituratrice, tutti macchinari dotati delle caratteristiche tecniche richieste per accedere all'agevolazione: controllo tramite sistemi computerizzati o gestiti da sensori, interconnessione ai sistemi aziendali di gestione della produzione o alla rete aziendale, integrazione automatizzata con il ciclo produttivo, e in alcuni casi anche monitoraggio continuo delle condizioni di lavoro e dei parametri di processo. L'interconnessione e la capacità di comunicare con i sistemi digitali interni hanno rappresentato un requisito essenziale per rientrare nell'Allegato A della legge n. 232/2016, condizione necessaria per ottenere il credito d'imposta maggiorato per beni materiali 4.0. Tutti i beni sono stati installati e messi in funzione presso la nostra sede produttiva in Italia e hanno portato miglioramenti concreti: maggiore efficienza operativa, riduzione dei tempi di lavoro, automazione dei processi di pagamento e gestione rifiuti, e un impatto positivo sulla sostenibilità ambientale e sull'uso delle risorse. Il credito d'imposta è stato utilizzato in compensazione, in cinque quote annuali di pari importo, contribuendo a ridurre significativamente il costo dell'investimento e favorendo la transizione digitale dell'azienda.

#### **4.4 Il mio contributo alla transizione 4.0**

##### ***4.4.1 Intelligenza Artificiale per il monitoraggio delle piante nei vivai***

Nell'ambito della mia impresa familiare, l'adozione dell'intelligenza artificiale rappresenta una delle innovazioni più promettenti per migliorare la gestione delle colture. Grazie a software basati su algoritmi di *machine learning*, è possibile sviluppare modelli predittivi in grado di stimare con precisione i tempi di crescita delle piante, ottimizzando la pianificazione produttiva e commerciale. Questi sistemi elaborano dati provenienti da sensori ambientali, dati climatici storici e immagini delle piante raccolte tramite videocamere, fornendo previsioni affidabili sulla maturazione e sullo stato fisiologico delle colture. Un ulteriore ambito applicativo riguarda il rilevamento precoce di malattie o stress vegetativi. Attraverso l'utilizzo di telecamere multispettrali e intelligenza artificiale per il riconoscimento delle immagini, è possibile identificare sintomi invisibili all'occhio umano, come variazioni nella colorazione delle foglie o microlesioni, che indicano l'insorgere di patologie o carenze nutrizionali. Questi strumenti permettono di intervenire in maniera tempestiva e mirata, riducendo l'impiego di fitofarmaci e minimizzando le perdite produttive.<sup>34</sup> Dal punto di vista pratico, l'implementazione di queste tecnologie richiede un investimento iniziale abbastanza elevato oltre al costo per la formazione del personale. Tuttavia, questi costi possono essere ammortizzati grazie ai risparmi ottenuti nella gestione fitosanitaria, alla riduzione degli scarti e all'aumento dell'efficienza produttiva.

##### ***4.4.2 Blockchain e tracciabilità digitale tramite QR code***

Parlando con i miei genitori, è risultato, che la trasparenza e la certificazione dell'origine delle piante rappresentano un valore aggiunto sempre più richiesto dai mercati esteri. L'introduzione della tecnologia *blockchain* ci permetterebbe di garantire l'autenticità dei nostri prodotti lungo l'intera filiera, dalla produzione nei vivai alla consegna al cliente finale. Attraverso una piattaforma decentralizzata, ogni passaggio del ciclo produttivo e

---

<sup>34</sup> <https://agrietur.it/intelligenza-artificiale-agricoltura>

logistico può essere registrato in modo immutabile: semine, trattamenti fitosanitari, condizioni climatiche, spostamenti e controlli di qualità. L'aspetto più innovativo e pratico consisterebbe nella generazione di un *QR code* univoco associato a ogni lotto di piante. Questo codice, stampato sull'etichetta o sul contenitore, può essere facilmente scansionato da clienti, dogane e distributori tramite smartphone. La scansione rimanderebbe a una pagina digitale certificata, dove sono consultabili tutte le informazioni sulla pianta: origine, metodi di coltivazione, certificazioni, e trattamenti ricevuti. In questo modo si rafforza la fiducia del consumatore, si facilitano le verifiche doganali e si valorizza il prodotto *Made in Italy*, offrendo un vantaggio competitivo concreto in un mercato globale sempre più attento alla tracciabilità e alla sostenibilità. Per quanto riguarda i costi, molto dipende da quante varietà di prodotto vengono vendute, l'impresa *QualityChain* offre un abbonamento di 1399 euro l'anno per 3 *QR code*.<sup>35</sup>

#### ***4.4.3 Macchine intelligenti per l'automazione delle operazioni nei vivai***

L'automazione è uno degli ambiti in cui le tecnologie dell'Agricoltura 4.0 possono avere un impatto immediato sulla mia impresa familiare. L'introduzione di macchine intelligenti come trattorini elettrici a guida autonoma, *robot* per la movimentazione delle piante e sistemi automatizzati di irrigazione e ventilazione rappresenta una soluzione concreta per aumentare l'efficienza operativa e ridurre la dipendenza dalla manodopera, spesso difficile da reperire e nel lungo periodo più costosa. Nei vivai, i *robot* possono essere impiegati per spostare le piante nei diversi reparti o in fase di preparazione alla spedizione, operando con precisione e senza interruzioni. I trattorini autonomi dotati di sensori, GPS e *software* di mappatura sono in grado di percorrere tragitti prestabiliti per caricare bancali o irrigare. Inoltre, nelle serre chiuse, è possibile installare sistemi automatici per la ventilazione, l'ombreggiatura e la fertirrigazione, che si attivano in base ai dati rilevati da sensori ambientali, garantendo condizioni di crescita ottimali per le piante. Dal punto di vista economico, l'investimento in queste tecnologie può variare sensibilmente in base al livello di automazione. Un trattore autonomo ha un costo iniziale

---

<sup>35</sup> <https://qualitychain.ch/it/>

di circa 53.000 euro<sup>36</sup>, mentre un sistema robotizzato per la movimentazione delle piante può costare sui 30.000 euro<sup>37</sup>. Sebbene l'investimento iniziale sia significativo, nel lungo termine si ottengono risparmi rilevanti in termini di manodopera, riduzione degli errori operativi e maggiore produttività.

---

<sup>36</sup> <https://www.vaielettrico.it/e-trattore-monarch-prodotto-da-foxconn-a-58-000-dollar/>

<sup>37</sup> <https://agtecher.com/it/prodotto/hv-100-harvest-automation/>

## **Conclusioni**

Nel corso dell'elaborato è stato analizzato in che modo l'Agricoltura 4.0 stia modificando il settore primario, grazie all'introduzione di tecnologie digitali sempre più avanzate. Dallo studio emerge chiaramente che queste innovazioni possono cambiare in profondità l'organizzazione delle imprese, il modo di prendere decisioni e le dinamiche della filiera agroalimentare. Attraverso l'analisi delle politiche europee e nazionali e dei casi aziendali italiani, è emerso come l'Italia si trovi in una posizione intermedia: da un lato esistono eccellenze che dimostrano quanto l'innovazione possa portare benefici concreti, dall'altro molte PMI faticano ancora ad avviare un percorso di trasformazione digitale. I motivi principali sono legati ai costi iniziali, alla difficoltà di accesso al credito e alla carenza di competenze specifiche. Nonostante queste barriere, l'adozione delle tecnologie 4.0 è una necessità, soprattutto in un contesto globale in cui sostenibilità, tracciabilità ed efficienza sono sempre più richieste dal mercato e dai consumatori. Le imprese che sapranno adattarsi potranno ottenere vantaggi competitivi importanti; le altre rischiano invece di rimanere indietro. Guardando al futuro, sarà fondamentale continuare a investire in formazione, semplificare l'accesso ai finanziamenti e accompagnare anche le realtà più piccole in questo percorso. Solo così l'Agricoltura 4.0 potrà diventare un'opportunità concreta per tutto il sistema agroalimentare italiano, contribuendo alla crescita economica, ma anche alla sostenibilità ambientale e sociale del settore.

## Bibliografia

- Acemoglu, D., Akcigit, U., & Celik, M. A. (2022). Radical and incremental innovation: The roles of firms, managers, and innovators. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 14(3), 199–249.
- Archibugi, D., Evangelista, R., & Simonetti, R. (1994). On the definition and measurement of product and process innovations. In *Innovation in technology, industries and institutions – studies in Schumpeterian perspectives*.
- BF S.p.A. (2024). *Dichiarazione non finanziaria 2023 (ai sensi del D.Lgs. 254/2016)*.
- Caroli, M. G. (2021). *Economia e gestione sostenibile delle imprese*. McGraw-Hill Education.
- Commissione Europea. (2025). *In sintesi: il piano strategico della PAC dell'Italia* (versione aggiornata febbraio 2025). Direzione generale dell'Agricoltura e dello sviluppo rurale.
- Corsi, C., & Migliori, S. (2017). *Le PMI italiane: governance, internazionalizzazione e struttura finanziaria: Profili teorici ed evidenze empiriche*. FrancoAngeli.
- CREA – Centro di ricerca Politiche e Bioeconomia. (2024). *L'agricoltura italiana conta 2024*. Roma: CREA.
- De Baerdemaeker, J., Hemming, S., Polder, G., Chauhan, A., Petropoulou, A., Rovira-Más, F., Moshou, D., Wyseure, G., Norton, T., Nicolai, B., Hennig-Possenti, F., & Hostens, I. (2023). *Artificial intelligence in the agri-food sector: Applications, risks and impacts (PE 734.711)*. European Parliamentary Research Service, STOA.
- European Commission. (2024). *Strategic dialogue on the future of EU agriculture: A shared prospect for farming and food in Europe*. Publications Office of the European Union.
- Fargione, R., Modesto, L., & Riccio, C. (2023). *I giovani in agricoltura: Resistere, crescere e innovare (2° Rapporto)*. Centro Studi Divulga.
- Granarolo S.p.A. (2025). *Company profile Gruppo Granarolo: aprile 2025*.
- Lindner, R. K. (1987). Adoption and diffusion of technology: an overview. In *Technological change in postharvest handling and transportation of grains in the humid tropics*, 19, 144–151.
- Musso, F., & Risso, M. *Rapporti tra PMI e GDO e innovazione tecnologica: evidenze nel settore alimentare italiano*.
- Rogers, M., & Rogers, M. (1998). *The definition and measurement of innovation* (Vol. 98). Parkville, VIC: Melbourne Institute of Applied Economic and Social Research.

RuralHack. (s.d.). *Blockchain e Agrifood 4.0: La blockchain saprà uguagliare l'aratro?* Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Scienze Sociali.

Schmidt, G. M., & Druehl, C. T. (2008). When is a disruptive innovation disruptive? *Journal of Product Innovation Management*, 25(4), 347–369.

Suleiman, Z., Shaikholla, S., Dikhanbayeva, D., Shehab, E., & Turkeyilmaz, A. (2022). Industry 4.0: Clustering of concepts and characteristics. *Cogent Engineering*, 9(1), 2034264.

## Sitografia

<https://academy.binance.com/it/articles/history-of-blockchain>

<https://www.agendadigitale.eu/mercati-digitali/iot-in-agricoltura-vantaggi-e-casi-duso-reali/>

<https://www.agreenculture.net/>

<https://agriculture.ec.europa.eu>

<https://agrietur.it/intelligenza-artificiale-agricoltura>

<https://agtecher.com/it/prodotto/hv-100-harvest-automation/>

<https://www.barilla.com/it-it/campagna/la-trasparenza-amata-da-tutti>

<https://blog.osservatori.net/agricoltura-4-0-cose-vantaggi-tecnologie?>

[https://blog.osservatori.net/it\\_it/agricoltura-4.0-significato](https://blog.osservatori.net/it_it/agricoltura-4.0-significato)

<https://www.chemistryviews.org/digital-taste-taste-joins-virtual-and-augmented-reality/>

<https://www.cia.it/news/notizie/dazi-usa-cia-allarme-rosso-per-export-agroalimentare-a-rischio-sicuro-pecorino-romano-vini-prosecco-e-sidro-made-in-italy/>

[https://www.corriere.it/economia/aziende/25\\_marzo\\_21/dazi-sul-vino-cosa-succedera-alle-bottiglie-italiane-in-america-prezzi-triplicati-rischiamo-di-sparire-dagli-scaffali-34a01081-ab94-4488-b326-4ae163ae0x1k.shtml](https://www.corriere.it/economia/aziende/25_marzo_21/dazi-sul-vino-cosa-succedera-alle-bottiglie-italiane-in-america-prezzi-triplicati-rischiamo-di-sparire-dagli-scaffali-34a01081-ab94-4488-b326-4ae163ae0x1k.shtml)

<https://cryptonomist.ch/2020/07/29/nestle-blockchain-per-supply-chain/>

[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/ip\\_23\\_510](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/ip_23_510)

[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/memo\\_12\\_484](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/memo_12_484)

<https://www.entersoftware.it/gestionale-italian-sounding-food/>

<https://www.esg360.it/agrifood/agricoltura-4-0-cose-incentivi-e-tecnologie-abilitanti/>

<https://www.esg360.it/environmental/agricoltura-sostenibile-cose-e-come-funziona/>

<https://www.esg360.it/environmental/agricoltura-sostenibile-cose-e-come-funziona/#:~:text=L'Agricoltura%204.0%20con%20la,qualit%C3%A0%20e%20ridurre%20gli%20sprechi.>

<https://www.esg360.it/esg-world/agenda-2030-e-i-17-obiettivi-di-sviluppo-sostenibile-il-vademecum-completo/>

<https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20151201STO05603/economia-circolare-definizione-importanza-e-vantaggi>

<https://www.georgofili.info/contenuti/le-nuove-frontiere-dell'intelligenza-artificiale-in-agricoltura/28589#:~:text=L'Agricoltura%204.0%20implica%20un,maniera%20pi%C3%B9%20semplice%20e%20rapida.>

<https://horizoneurope.apre.it/>

<https://italiandomani.gov.it>

<https://www.otto.unito.it/it/articoli/i-dazi-di-trump-sul-made-italy-lauto-e-il-settore-piu-rischio>

<https://qualitychain.ch/it/>

<https://www.ruralhack.org/barriere-innovazione-aziende-agricole/>

<https://sdgs.un.org/goals>

<https://www.securities.io/tasting-the-future-how-e-taste-is-turning-vr-immersion-up-to-11/>

<https://www.teatronaturale.it/strettamente-tecnico/bio-e-natura/41335-il-metaverso-per-il-futuro-dell-agricoltura.htm>

<https://www.theguardian.com/science/2025/feb/28/scientists-create-e-taste-device-that-could-add-flavour-to-virtual-reality-experiences>

<https://www.vaielettrico.it/e-trattore-monarch-prodotto-da-foxconn-a-58-000-dollari/>

<https://www.wired.it/article/dazi-trump-effetti-italia-settori-industria/>