



Libera Università Internazionale Degli Studi Sociali “Guido Carli”

Dipartimento di Impresa e Management

Cattedra di Economia e Gestione delle Imprese

**INNOVAZIONE E SOSTENIBILITA’  
NEL SETTORE  
AGROALIMENTARE: IL RUOLO  
DELLE TECNOLOGIE 4.0**

**RELATORE**

PROF. FEDERICA BRUNETTA

**CANDIDATO**

GUIDO CENSI BUFFARINI

Matricola: 275411

ANNO ACCADEMICO 2023/2024

# INDICE

INTRODUZIONE.....	3
<b>1 SOSTENIBILITA' ED ECONOMIA CIRCOLARE .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 La definizione di sostenibilità e le sue componenti.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 La sostenibilità aziendale ed i criteri ESG .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3 L'economia circolare e le tecnologie 4.0.....</b>	<b>14</b>
<b>2 QUADRO NORMATIVO INTERNAZIONALE.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Panoramica generale sul cambiamento climatico .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Il commitment multilaterale sul clima .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Il Protocollo di Kyoto e l'accordo di Parigi.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4 Il Green Deal europeo: panoramica generale .....</b>	<b>26</b>
<b>2.5 Il Green Deal europeo: le strategie connesse al settore     agroalimentare.....</b>	<b>30</b>
<b>3 AGRICOLTURA 4.0: mercato e prospettive.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 Definizione e principi cardine dell'agricoltura 4.0 .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2 Tecnologie abilitanti e processo produttivo .....</b>	<b>37</b>
<b>3.3 Il valore di mercato dell'Agricoltura 4.0 in Italia.....</b>	<b>42</b>
<b>3.4 Incentivi ed ostacoli all'adozione delle tecnologie 4.0 .....</b>	<b>45</b>
<b>3.5 La tracciabilità alimentare ed il punto di vista dei     consumatori .....</b>	<b>48</b>
<b>4 CASE STUDY.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1 Single case analysis .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2 Il caso di xFarm.....</b>	<b>54</b>
<b>4.3 Riflessioni sul caso studio .....</b>	<b>60</b>
CONCLUSIONI.....	65
BIBLIOGRAFIA.....	67

## INTRODUZIONE

In un mondo in cui il cambiamento climatico e la gestione responsabile delle risorse rappresentano le sfide più urgenti da affrontare, il concetto di sostenibilità sta divenendo fondamentale. Le imprese sono chiamate a trovare soluzioni efficaci per gestire responsabilmente le risorse, in modo da ridurre l'impatto ambientale. Parallelamente, l'industria 4.0 sta avanzando con le nuove tecnologie digitali, che avranno un ruolo fondamentale nella transizione verso un'economia sostenibile. Allo stesso tempo, l'Agricoltura 4.0 rappresenta una nuova frontiera dell'industria 4.0, che sta rivoluzionando i metodi di produzione delle imprese.

Attraverso questa tesi, voglio dimostrare come le nuove tecnologie, in particolare quelle legate all'Agricoltura 4.0, saranno cruciali per lo sviluppo di una filiera agroalimentare sostenibile e capace di contribuire positivamente alla gestione delle risorse e alla lotta contro il cambiamento climatico. Inoltre, delineerò un quadro completo delle sfide e delle opportunità che derivano dall'applicazione delle tecnologie avanzate da parte delle imprese agricole.

La tesi si compone di quattro capitoli. Il primo, introduce l'importanza di attuare pratiche sostenibili all'interno dell'impresa, sottolineando la

rilevanza attuale dei criteri ESG (Environmental, Social, Governance). Verranno inoltre presentati i concetti chiave dell'Economia circolare, oltre che le modalità attraverso cui le imprese possono adottare modelli di business circolari all'interno dei processi produttivi. Nel secondo capitolo, vengono esaminate le normative e gli accordi internazionali che incoraggiano l'impegno verso la sostenibilità e che sono fondamentali per responsabilizzare i governi e le aziende nel perseguimento di una crescita economica che tenga in considerazione gli aspetti ambientali e sociali. Il terzo capitolo, invece, descrive dettagliatamente il concetto di Agricoltura 4.0, focalizzandosi su: i principi che stanno alla base di essa, il ruolo delle tecnologie abilitanti ed il loro impatto nell'intera filiera agroalimentare, il mercato attuale in Italia ed infine un'analisi degli incentivi e delle sfide che le imprese devono affrontare nell'integrare tali tecnologie.

Per concludere, l'ultimo capitolo presenta un case study di un'azienda tecnologica italiana operante nel settore dell'Agricoltura 4.0, la quale si occupa di fornire soluzioni 4.0 alle imprese. In questo capitolo, descriverò come gli strumenti offerti da quest'azienda possano effettivamente aiutare le imprese nella gestione sostenibile delle risorse, permettendogli di ridurre gli sprechi e di restare competitive in un mercato sempre più esigente.

# 1 SOSTENIBILITA' ED ECONOMIA CIRCOLARE

## 1.1 La definizione di sostenibilità e le sue componenti

La definizione universalmente riconosciuta del termine “**sviluppo sostenibile**” è contenuta nel “**Rapporto Brundtland**” (conosciuto anche come “*our common future*”), un documento pubblicato nel 1987 dalla Commissione mondiale sull’ambiente e lo sviluppo. La definizione di sviluppo sostenibile contenuta in questo documento è la seguente: “*è quello sviluppo che consente alla generazione presente di soddisfare i propri bisogni senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri*”<sup>1</sup>(World Commission on Environment and Development, 1987, p.15).

A primo impatto, potremmo pensare che tale definizione si riferisca esclusivamente alla sostenibilità ambientale, tuttavia, la sostenibilità pone le sue radici su tre dimensioni: **ambientale, sociale ed economica**. È dunque quel principio guida che enfatizza l’importanza di creare un equilibrio armonico tra ambiente, società ed economia, mirando a ridurre l’impatto negativo sull’ambiente e ad incentivare il benessere umano. I tre pilastri dello sviluppo sostenibile (ambiente, società ed economia) si

---

<sup>1</sup>World Commission on Environment and Development, 1987, p.15

influenzano reciprocamente e sono interconnessi, essendo essenziali per il raggiungimento degli obiettivi di uno sviluppo sostenibile.

Il primo pilastro della sostenibilità è rappresentato dalla **sostenibilità ambientale**, un concetto che si focalizza sulla capacità di preservare le risorse naturali e gli ecosistemi della Terra, in modo da garantire la loro conservazione per le generazioni future. Questa implica l'adozione di linee guida e di strategie che si dovrebbero perseguire per ridurre l'impatto negativo sull'ambiente.<sup>2</sup> L'organizzazione no-profit "*The natural step*", utilizzando un quadro di riferimento chiamato "*Framework for Strategic Sustainable Development*", ha fornito delle strategie al perseguimento di uno sviluppo sostenibile. In particolare, i suoi principi di sostenibilità si basano su:

- la riduzione dell'utilizzo di sostanze naturali prelevate dalla crosta terrestre, come i combustibili fossili;
- la riduzione della produzione di sostanze e composti chimici come la plastica;
- la riduzione del degrado fisico della natura e dei processi naturali;

---

<sup>2</sup> Balocco, "Sostenibilità: significato, obiettivi e perché è importante anche per le aziende": <https://www.esg360.it/esg-world/sostenibilita-significato-obiettivi-e-perche-e-importante/>

- l'utilizzo delle risorse in modo efficiente, equo e responsabile, in modo tale che vengano soddisfatti il più possibile i bisogni umani, anche delle generazioni future<sup>3</sup>(The Natural Step, 2000, p.24).

Tali principi orientano verso la riduzione, nonché verso un vero e proprio rinnovamento dei modelli di consumo, trascendendo dunque l'idea di sostenibilità ambientale legata al mero riciclo, riuso e alla biodegradabilità<sup>4</sup>.

Il secondo pilastro della sostenibilità è rappresentato dalla **sostenibilità sociale**. Quest'ultima, è la capacità di promuovere una società in cui il benessere delle persone è distribuito equamente. Esaminando gli obiettivi di sviluppo sostenibile proposti dalle Nazioni Unite, emerge che la sostenibilità sociale si traduce in una serie di azioni specifiche come:

- sconfiggere la povertà;
- eliminare la fame nel pianeta e garantire la sicurezza alimentare;
- garantire a tutti l'accesso all'istruzione ed alla formazione;
- garantire un accesso globale a cure sanitarie adeguate e debellare le malattie più diffuse.

Nonostante si siano registrati progressi significativi nel raggiungimento di tali obiettivi, il cammino è ancora lungo. Ad oggi, infatti, 800 milioni

---

<sup>3</sup> (The Natural Step, 2000, p.24)

<sup>4</sup> Balocco, "Sostenibilità: significato, obiettivi e perché è importante anche per le aziende": <https://www.esg360.it/esg-world/sostenibilita-significato-obiettivi-e-perche-e-importante/>

di persone vivono in condizioni di povertà, denutrizione e fame. Di fronte all'inevitabile esaurimento delle risorse della Terra, l'unico percorso da seguire è quello di trovare nuovi modelli di produzione, che garantiscano l'equa distribuzione delle risorse<sup>5</sup>.

L'ultimo pilastro della sostenibilità è rappresentato dalla **sostenibilità economica**, ossia la capacità di un sistema economico di assicurare una crescita stabile degli indicatori economici, evitando di arrecare danni all'ambiente e di infrangere i diritti umani, al fine di garantire reddito e lavoro alla popolazione. Un modello economico sostenibile è quello secondo cui lo sfruttamento delle risorse naturali avviene più lentamente rispetto alla capacità di rigenerazione di queste<sup>6</sup>.

## 1.2 La sostenibilità aziendale ed i criteri ESG

Per sostenibilità aziendale si intende *“l'impegno concreto di un'azienda nel dar vita a un modello di business che non solo permetta il sostentamento dell'impresa a lungo termine, ma che sia anche attento all'ambiente, al benessere sociale e a una governance equa e lungimirante.”*<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> Rosso E., “Sostenibilità sociale: cos'è e come praticarla in modo efficace”. Rete del Dono Magazine: <https://www.retedeldono.it/magazine/sostenibilita-sociale>

<sup>6</sup>Nicora R., “Il concetto di sostenibilità e i suoi pilastri”. Otovo Blog: <https://www.otovo.it/blog/sostenibilita/>

<sup>7</sup>Zuffetti N., “Sostenibilità aziendale: perché è sempre più importante per il business”. Cribis: <https://www.cribis.com/it/approfondimenti/sostenibilita-aziendale-imprese-italiane/#:~:text=Per%20sostenibilit%C3%A0%20aziendale%20si%20intende,una%20governance%20equa%20e%20lungimirante.>



Dunque, la nozione di impresa sostenibile si identifica con l'implementazione da parte di un'azienda di un modello di business etico e responsabile, che mira a garantire uno sviluppo sostenibile, incentrato sulla tutela dell'ambiente e sul progresso sociale ed economico.<sup>8</sup> Ciò significa che le imprese devono acquisire consapevolezza di come le loro decisioni possono impattare sulla comunità e sull'ecosistema e gestire le risorse finanziarie, umane e naturali in modo oculato, evitando il loro sfruttamento eccessivo. In questo contesto, le aziende dovrebbero non più perseguire solo la massimizzazione del profitto a breve termine, bensì la massimizzazione del valore nel lungo periodo. Se in passato, infatti, l'orientamento della gestione aziendale era esclusivamente rivolto a rispondere ai bisogni dei soci (*shareholders*), oggi, la gestione aziendale sostenibile si pone come obiettivo quello di soddisfare i bisogni dei vari portatori di interessi (*stakeholders*), adottando un approccio olistico, che riconosce l'interdipendenza tra l'organizzazione ed il contesto socio-ambientale.

Il concetto di sviluppo sostenibile d'impresa si concretizza quando esso diventa il fulcro centrale della “*vision*” aziendale. Questo impegno è

---

<sup>8</sup>Freni A., “Certificazione di Sostenibilità e sostenibilità aziendale”. Sostenibilità ESG: <https://sostenibilitaesg.it/sostenibilita-aziendale/>

l'essenza della **Responsabilità Sociale d'Impresa** (o *Corporate Social Responsibility, CSR*), termine introdotto dalla Commissione UE nel libro Verde del 2001 la quale definiva CSR<sup>9</sup>(Confindustria, 2023, pp.68-69) *“l'integrazione volontaria delle preoccupazioni sociali ed ecologiche delle imprese nelle loro operazioni commerciali e nei loro rapporti con le parti interessate.”*<sup>10</sup>(Commissione delle comunità europee, 2001, p.7).

Per quanto riguarda la dimensione interna dell'impresa, le pratiche CSR si manifestano nell'attenzione nei confronti dei dipendenti, che si concretizzano investendo nel capitale umano, nella salute e nella sicurezza sul lavoro. Tali azioni, insieme a quelle riguardanti la salvaguardia ambientale, come la gestione delle risorse naturali utilizzate nella produzione, tracciano il cammino verso il cambiamento, conciliando allo stesso tempo una maggiore competitività.<sup>11</sup> Esternamente invece, le pratiche di responsabilità sociale si manifestano coinvolgendo una varietà di stakeholder: dai fornitori e partner commerciali, dai clienti alle autorità pubbliche ed ONG. In questo modo, l'impresa si espande oltre i confini aziendali e rappresenta gli interessi della comunità locale.<sup>12</sup>

---

<sup>9</sup> Confindustria, 2023, pp.68-69

<sup>10</sup>Commissione delle comunità europee, 2001, p.7

<sup>11</sup> Ivi, p.8

<sup>12</sup> Ivi, p.12

In particolare, un'organizzazione è considerata sostenibile quando include nelle sue strategie aziendali, criteri decisionali sintetizzati dall'acronimo inglese **ESG** (*Environmental, Social and Governance*); questi “*si concretizzano in un insieme di standard operativi a cui si devono ispirare le operations di un'azienda per garantire il raggiungimento di determinati risultati ambientali, a livello sociale e di governance delle imprese*”.<sup>13</sup>

Questi criteri sono importanti in quanto, in virtù della loro standardizzazione ed oggettività, permettono di misurare e di confrontare in modo preciso l'impegno delle organizzazioni nella sostenibilità; infatti, sono anche utilizzati nel mondo della finanza come metro di valutazione delle imprese nelle scelte di investimento.<sup>14</sup>

Il primo dei tre criteri, ossia “*Environmental*”, si riferisce alle pratiche aziendali che mirano al rispetto dell'ambiente, come quelle volte a:

- **l'utilizzo di energie rinnovabili**, che si concretizza fornendo o producendo in proprio energia verde e pulita, per esempio utilizzando impianti eolici o fotovoltaici;

---

<sup>13</sup>Bellini, M., “ESG: tutto quello che c'è da sapere per orientarsi su Environmental, Social, Governance”. ESG360: <https://www.esg360.it/environmental/esg-tutto-quello-che-ce-da-sapere-per-orientarsi-su-environmental-social-governance/>

<sup>14</sup> Ibidem

- **l'adozione di soluzioni circolari**, ossia modelli di business che favoriscono il riciclo, riuso ed il recupero dei prodotti e dei materiali aziendali;
- **ridurre l'impatto ambientale**, diminuendo le emissioni di gas serra, nonché minimizzando il consumo di acqua e smaltendo correttamente i rifiuti aziendali.

Per criterio "*social*" ci si riferisce, invece, al modo in cui l'impresa interagisce con il tessuto sociale; un'impresa orientata alla sostenibilità sociale mira ad un approccio di business che genera benefici per la collettività, ponendo attenzione ad aspetti come la sicurezza sui luoghi di lavoro e i diritti dei lavoratori, intraprendendo policy di inclusione, uguaglianza e di giustizia. In questo senso, le aziende sostenibili adottano misure rigide per la sicurezza dei lavoratori, coinvolgono essi nella creazione di processi aziendali che promuovono la gestione e la prevenzione della sicurezza sul lavoro; pongono attenzione ai diritti dei lavoratori, garantendo retribuzioni eque ed implementando misure di welfare sociale, volte a migliorare il loro benessere e quello delle loro famiglie (per esempio istituendo asili nido per i genitori lavoratori, programmi di assistenza sanitaria, o controlli della salute psicofisica).<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Freni A., "Certificazione di Sostenibilità e sostenibilità aziendale". Sostenibilità ESG: <https://sostenibilitaesg.it/sostenibilita-aziendale/>

Il terzo criterio ESG è il criterio della “governance”, il quale è strettamente correlato alla sostenibilità economica, e definito come “*l’insieme delle politiche attuate dagli organi di governo aziendale per il raggiungimento di obiettivi inerenti alla sostenibilità*”<sup>16</sup>(Confindustria, 2023, p.68).

In questo senso, è sostenibile economicamente l’impresa che ricerca un profitto etico, ossia quella che affianca alla sua crescita quella dell’economia locale e degli stakeholders.

Al fine di ottenere questi risultati, l’impresa deve: puntare ad investire risorse sulla ricerca e sull’innovazione tecnologica per stimolare il progresso, favorire posti di lavoro qualificati, fornire prodotti o servizi che soddisfino le reali necessità locali ed infine utilizzare materie prime locali e certificate con l’obiettivo di contribuire alla crescita dell’economia locale.<sup>17</sup>

Tuttavia, è necessario capire perché la sostenibilità aziendale è così importante e quali sono i vantaggi associati all’integrazione dei criteri ESG. Innanzitutto, l’implementazione di strategie sostenibili ha un impatto positivo sulla reputazione e sull’immagine dell’impresa; per esempio, ciò permette di consolidare l’*employer branding*, ossia di

---

<sup>16</sup> (Confindustria, 2023, p.68)

<sup>17</sup> Freni A., “Certificazione di Sostenibilità e sostenibilità aziendale”. Sostenibilità ESG: <https://sostenibilitaesg.it/sostenibilita-aziendale/>

incrementare le possibilità per un'azienda di attrarre e mantenere i talenti più brillanti disponibili sul mercato del lavoro.

Inoltre, un'organizzazione che investe nella sostenibilità si assicura ritorni economici importanti. Infatti, le aziende che intraprendono policy di questo tipo si garantiscono l'accesso ai finanziamenti pubblici e fondi da parte di investitori privati. Inoltre, fidelizzano il mercato dei consumatori, sempre più influenzati nella scelta degli acquisti dalle pratiche di sostenibilità adottate dall'impresa<sup>18</sup>.

### **1.3 L'economia circolare e le tecnologie 4.0**

Come definisce il Parlamento europeo, *“l'economia circolare è un modello di produzione e consumo che implica condivisione, prestito, riutilizzo, riparazione, ricondizionamento e riciclo dei materiali e prodotti esistenti il più a lungo possibile”*(Parlamento europeo, 2023, p.2).<sup>19</sup>

L'adozione dell'economia circolare contribuisce ad estendere il ciclo di vita dei prodotti in modo da minimizzare la produzione di rifiuti. Pertanto, in questo modello il prodotto viene progettato, affinché i suoi materiali, una volta terminata la loro funzione, vengano reintrodotti

---

<sup>18</sup>Randstad Italia, “Sostenibilità aziendale: che cos'è e come raggiungerla”.  
<https://www.randstad.it/gestione-risorse-umane/employer-branding/sostenibilita-aziendale/#criteri-ESG-sostenibilita-aziendale>

<sup>19</sup>(Parlamento europeo, 2023, p.2)

nell'ambiente tramite il riciclo, generando ulteriore valore nel ciclo produttivo<sup>20</sup>. Un altro principio chiave della *circular economy* è quello del “disaccoppiamento” della crescita economica dallo sfruttamento delle risorse<sup>21</sup>.

Questi principi contrastano con quelli del tradizionale modello economico lineare, ancorato alle logiche di “estrarre, produrre, utilizzare e gettare” e che si basa sull'assunzione che materiali ed energia siano facilmente reperibili ed inesauribili<sup>22</sup>.

Nel contesto della *circular economy*, il mondo delle imprese deve attuare una profonda trasformazione all'interno della propria organizzazione, ad esempio riprogettando la produzione, sviluppando prodotti a basso impatto ambientale, oppure offrendo il loro utilizzo (al posto di vendere il prodotto) attraverso modelli di “*servitization*”. Inoltre, le imprese sono chiamate a ripensare modelli di produzione che consentano di ridurre gli scarti, o a creare tecnologie avanzate per migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse energetiche<sup>23</sup>.

---

<sup>20</sup> ibidem

<sup>21</sup> Bellini, M., “ESG: tutto quello che c'è da sapere per orientarsi su Environmental, Social, Governance”. ESG360: <https://www.esg360.it/environmental/esg-tutto-quello-che-ce-da-sapere-per-orientarsi-su-environmental-social-governance/>

<sup>22</sup> (Parlamento europeo, 2023, p.2)

<sup>23</sup> Bellini, M., “ESG: tutto quello che c'è da sapere per orientarsi su Environmental, Social, Governance”. ESG360: <https://www.esg360.it/environmental/esg-tutto-quello-che-ce-da-sapere-per-orientarsi-su-environmental-social-governance/>

La transizione verso un'economia circolare è agevolata dallo sviluppo di **tecnologie digitali** legate all'industria 4.0, ossia all'attuale era industriale, che integrano sensoristica, robotica, connettività, intelligenza artificiale e *Internet of Things* (IOT). Integrare queste tecnologie nei processi produttivi significa creare opportunità per rendere la produzione più sostenibile e creare processi che consentano di monitorare il consumo delle risorse e la tracciabilità dei prodotti. Questo processo, che ridefinisce la gestione aziendale attraverso la digitalizzazione e l'interconnessione delle macchine, è noto come **“digital transformation”**. Le imprese dovranno coordinare le risorse fisiche e le risorse virtuali allo stesso modo, in quanto parti di un sistema produttivo integrato. Pertanto, le informazioni del mondo fisico verranno digitalizzate, le macchine interconnesse condivideranno tra di loro i dati, e si utilizzeranno algoritmi per implementare le decisioni nel mondo fisico<sup>24</sup>.

---

<sup>24</sup>Team Circular Mobility, “Economia Circolare e Industria 4.0: verso la sostenibilità ambientale”. Circular Mobility: <https://www.circularmobility.it/blog/dettaglio/economia-circolare-e-industria-40-verso-la-sostenibilita-ambientale>



## 2 QUADRO NORMATIVO INTERNAZIONALE

### 2.1 Panoramica generale sul cambiamento climatico

Il cambiamento climatico consiste nelle modifiche sostanziali e a lungo termine delle condizioni climatiche, che possono manifestarsi con un aumento delle temperature, maggiori precipitazioni o periodi più aridi, ed altri fenomeni meteorologici che si manifestano nell'arco di decenni o più. Dall'ultimo trentennio, tuttavia, il cambiamento climatico sta procedendo ad un ritmo senza precedenti rispetto al ritmo delle variazioni naturali del clima. Le cause del disastro ambientale possono essere ricondotte principalmente alle attività umane che incrementano la concentrazione di gas serra, i quali, dal 1880 a questa parte, hanno causato un aumento della temperatura media globale di circa 1°C. Tali emissioni, potrebbero portare ad un incremento significativo del termometro terrestre entro il 2100, con conseguenze serie per la società e gli ecosistemi. Infatti, la crescita in termini di frequenza e di intensità degli eventi estremi, quali le ondate di calore e le forti precipitazioni, sta impattando significativamente sui settori della salute, dell'agricoltura e dell'approvvigionamento idrico<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Climate Change Knowledge portal, "What is climate change?":

<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/overview#:~:text=Climate%20change%20is%20the%20significant.>

Tuttavia, oltre ad incidere sugli ecosistemi e sulle società, il cambiamento climatico causa notevoli danni alle economie. In tale contesto, stimare le perdite economiche dovute dagli impatti climatici è essenziale per mitigare i danni ambientali. Questo aspetto è divenuto centrale all'interno della "strategia di adattamento" prevista dal Patto Verde europeo, che ha come obiettivo quello di misurare le perdite economiche, per verificare l'efficacia delle politiche di adattamento e di mitigazione adottate dai singoli governi degli stati membri. L'Agenzia europea dell'ambiente (Eea), ha rilevato che nel 2020 in Europa, le perdite economiche si sono attestate a 12,14 miliardi di euro. Tuttavia, le perdite più significative dell'ultimo decennio si sono registrate nel 2017, con un picco di quasi 28 miliardi di euro<sup>2</sup>.

In uno scenario così pessimistico, occorre adottare una politica che integri adattamento, mitigazione e sviluppo sostenibile e che guidi i paesi verso maggiore resilienza alle sfide climatiche. Da qui la necessità di disporre di norme vincolanti e di piani strategici che definiscano sia le azioni da adottare contro gli imprevisti climatici che le giuste risorse finanziarie. Per garantire l'efficacia di questo processo, è necessario che

---

<sup>2</sup> Openpolis, "I cambiamenti climatici causano anche perdite economiche":  
<https://www.openpolis.it/i-cambiamenti-climatici-causano-anche-perdite-economiche/>

le istituzioni integrino tutti i settori e i livelli decisionali, inclusi i cittadini, per accrescere la consapevolezza e la collaborazione<sup>3</sup>.

## **2.2 Il commitment multilaterale sul clima**

All'inizio del XX secolo, il cambiamento climatico era visto perlopiù come uno studio di nicchia su un fenomeno scientifico. Al giorno d'oggi, tuttavia, il cambiamento climatico occupa una posizione centrale nel contesto delle relazioni bilaterali e multilaterali. L'emergenza climatica è diventata dalla seconda metà del XX secolo una sfida globale che è stata caratterizzata da un crescente impegno a livello multilaterale volto all'identificazione di misure di coordinamento delle politiche di mitigazione del rischio climatico.

Rilevante è in tale contesto, il primo vertice internazionale sull'ambiente, che si tenne nel 1972 a Stoccolma. La conferenza che fu indetta dalle Nazioni Unite rappresentò una svolta importante per il coordinamento delle politiche ambientali su scala mondiale. Da questo incontro nacque il Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP), e venne consolidato l'impegno internazionale per promuovere la salvaguardia e la sostenibilità ambientale. Nonostante la Conferenza di Stoccolma del

---

<sup>3</sup>Spano D. e Mereu V., "Rischio clima: serve una strategia che integri adattamento, mitigazione e sviluppo sostenibile". ECCO: <https://eccoclimate.org/it/rischio-clima-adattamento-mitigazione-e-sviluppo-sostenibile/>

1972 abbia rappresentato un passo avanti significativo, il tema del cambiamento climatico venne trattato come vera emergenza politica solamente con la Prima Conferenza Mondiale sul Clima del 1979 e con la Conferenza di Toronto sul Cambiamento Climatico del 1988, a seguito di numerosi avvertimenti da parte della comunità scientifica sulla pericolosità dell'aumento dei Gas serra nel pianeta. Infatti, in occasione della Conferenza di Toronto venne istituito il **Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC)** <sup>4</sup> da parte dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM)<sup>5</sup> e l'UNEP<sup>6</sup>; l'IPCC aveva come obiettivo principale quello di organizzare le informazioni tecnico-scientifiche per individuare le cause ed i rischi legati al cambiamento climatico, ed al contempo fornire ai governi gli strumenti per stabilire le politiche climatiche.

Sfruttando gli esiti dei Rapporti dell'IPCC, l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha dato il via ai negoziati che hanno portato nel 1992 alla

---

<sup>4</sup> L'IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) è un organismo scientifico che valuta le informazioni scientifiche, tecniche e socioeconomiche per comprendere gli impatti potenziali dei mutamenti climatici e le strategie di mitigazione adottabili dai governi.

<sup>5</sup> L'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) è un'organizzazione intergovernativa tecnica che si focalizza sulla meteorologia e include 193 Stati membri e territori. Svolge diversi compiti, tra cui il principale è quello di promuovere lo scambio di informazioni meteorologiche. Inoltre, ogni anno si occupa di pubblicare un rapporto sullo stato del pianeta.

<sup>6</sup> Il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP), fondato nel 1972 con sede a Nairobi, si occupa principalmente di prevenire i disastri ambientali attraverso l'adozione di politiche e attraverso lo sviluppo di strumenti adeguati a tutelare gli ecosistemi. Inoltre, organizza conferenze annuali al fine di raggiungere accordi contro il riscaldamento globale

creazione della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), un documento che viene considerato come il primo trattato dedicato al cambiamento climatico, e che venne reso disponibile per le firme in occasione della Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo tenutasi a Rio de Janeiro, meglio conosciuta come “Vertice della Terra”.

La Convenzione a cui aderirono 197 Paesi, riconobbe il cambiamento climatico come un fenomeno causato dall'uomo, e pertanto aveva l'obiettivo di *“stabilizzare le concentrazioni di gas serra nell'atmosfera a un livello tale da impedire pericolose interferenze antropiche con il sistema climatico”*<sup>7</sup>.

Dalla Conferenza di Rio, ogni anno si tiene la Conferenza delle Parti (COP), ossia l'organo decisionale dell'UNFCCC composto dai paesi che hanno aderito alla convenzione, i quali si incontrano al fine di prendere decisioni e di promuovere l'attuazione del trattato<sup>8</sup>.

### **2.3 Il Protocollo di Kyoto e l'accordo di Parigi**

La convenzione delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici non poneva limiti obbligatori alle emissioni di gas serra nei paesi che ne

---

<sup>7</sup> Hirst D., “The history of global climate change negotiations”. House of Commons Library: <https://commonslibrary.parliament.uk/the-history-of-global-climate-change-negotiations/>

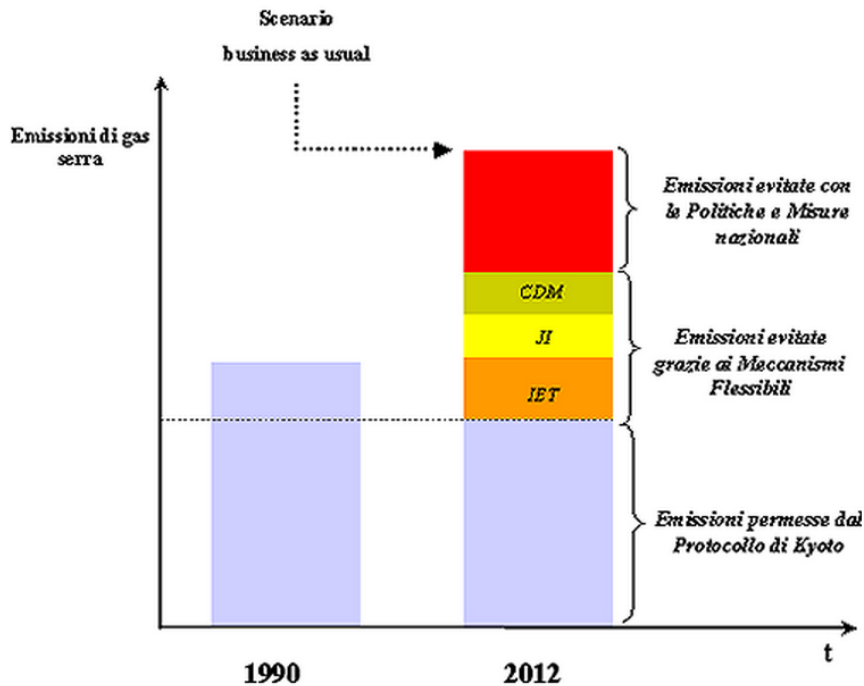
<sup>8</sup> ibidem

hanno aderito. Tuttavia, concedeva alle parti firmatarie di adottare nelle conferenze annuali (COP), ossia ulteriori disposizioni denominati “protocolli”, i quali avrebbero stabilito dei limiti vincolanti sulle emissioni. Fu in occasione della conferenza sulle parti “COP3”, tenutasi nella città di Kyoto l’11 dicembre del 1997, che venne pubblicato uno dei più importanti accordi giuridici internazionali: il Protocollo di Kyoto. Questo strumento stabiliva precisi obiettivi vincolanti per la riduzione dei Gas serra, considerati i principali colpevoli del surriscaldamento globale, per le nazioni in via di sviluppo ed i paesi industrializzati che lo hanno ratificato. Il protocollo di Kyoto è stato firmato da 193 paesi; tuttavia, attualmente conta 191 paesi. Tra i paesi non partecipanti troviamo gli Stati Uniti, il quale non ha mai ratificato l’accordo, ed il Canada, il quale si è presto ritirato. Solamente il 16 febbraio del 2005 l’accordo è entrato in vigore, a seguito della ratifica da parte della Russia. La ratifica da parte della Russia ebbe una svolta cruciale, dal momento che, ai fini dell’attivazione del trattato era necessario che questo venisse ratificato da non meno di 55 Nazioni, e che queste stesse Nazioni dovessero contribuire nell’insieme per non meno del 55% alle emissioni globali di gas serra.

Il protocollo di Kyoto imponeva una riduzione di almeno **il 5% di gas serra** tra il 2008 ed il 2012, ai paesi aderenti (le Parti), identificati come

i principali responsabili dell'inquinamento nell'atmosfera dovuto a questi gas.

Tavola 2.1 Strumenti per il raggiungimento degli obiettivi del Protocollo di Kyoto



Fonte: Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica

Il trattato sanciva inoltre che i Paesi firmatari avrebbero dovuto conseguire i propri obiettivi di riduzione delle emissioni attraverso misure interne. L'accordo ha introdotto tre meccanismi, noti come "meccanismi flessibili", i quali permettono ai paesi aderenti di scambiarsi quote di emissione e che si basano essenzialmente su: lo scambio di diritti di emissione fra i Paesi, l'opportunità di investire in progetti di "sviluppo pulito" in paesi in via di sviluppo col fine di ottenere "crediti di riduzione

certificati delle emissioni” (ERC), la collaborazione tra i paesi firmatari per ridurre collettivamente i gas serra.

Il Protocollo ha anche l’obiettivo di assistere i Paesi nel processo di adattamento agli impatti negativi dei cambiamenti climatici attraverso lo sviluppo e la condivisione di tecnologie, aumentando la resilienza degli stessi.

L’8 dicembre del 2012 a Doha in Qatar, durante la COP18, venne adottato quello che viene riconosciuto come “emendamento di Doha”. L’emendamento in questione ha introdotto una seconda fase di impegno per il Protocollo di Kyoto, estendendo il periodo di riduzione dei gas serra dal 2013 al 2020. Principalmente, le Parti si sono impegnate alla riduzione delle emissioni di gas serra fino al 18% al di sotto dei livelli del 1990 fino al 2020. Tuttavia, la modifica entrò in vigore esclusivamente nel 2020<sup>9</sup>.

Il 12 dicembre 2015 a Le Bourget, vicino a Parigi, fu negoziato da 197 stati membri dell’UNFCCC l’**Accordo sul clima di Parigi**, in occasione della ventunesima Conferenza delle Parti (COP21). I risultati di questa COP sono articolati in due parti: l’accordo di Parigi e la decisione della COP. Il primo stabilisce gli obiettivi vincolanti di lungo periodo per la

---

<sup>9</sup> Costa C., “Protocollo di Kyoto: cos’è, come nasce e cosa prevede”. ESG360: <https://www.esg360.it/environmental/protocollo-di-kyoto-cose-come-nasce-e-cosa-prevede/>



lotta al cambiamento climatico, fungendo da legge quadro. D'altra parte, la decisione della COP delinea le azioni necessarie negli anni successivi, al fine di rendere l'Accordo pienamente operativo. L'obiettivo a lungo termine dell'accordo di Parigi è di **limitare l'aumento della temperatura media globale ben al di sotto di 2°C sopra i livelli preindustriali, mirando a contenere l'incremento a 1,5°C**. Il contenimento del surriscaldamento globale è una misura essenziale per ridurre significativamente i rischi e gli impatti negativi del cambiamento climatico. Di conseguenza, l'accordo ha la funzione di guidare i paesi verso la neutralità climatica entro la fine del secolo. Inoltre, l'Accordo prevede di fissare degli incontri ogni cinque anni con l'obiettivo di valutare i progressi compiuti dai paesi, e di migliorarne il loro contributo, nonché l'impegno ad informare l'opinione pubblica e gli altri Stati membri sulle azioni intraprese. Inoltre, sottolinea la necessità di cooperazione per prevenire, minimizzare e gestire eventuali danni e perdite dovute agli effetti del cambiamento climatico, e di fornire ai paesi in via di sviluppo maggiori mezzi per combattere gli impatti climatici<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Balocco V., "Accordo sul clima di Parigi: che cos'è, cosa chiede, come sta evolvendo. ESG360: <https://www.esg360.it/normative-e-compliance/accordo-sul-clima-di-parigi-che-cose-cosa-chiede-come-sta-evolvendo/>

## 2.4 Il Green Deal europeo: panoramica generale

Il 11 dicembre 2019, La Commissione europea ha presentato **il Patto verde europeo** (o Green Deal europeo), un insieme di strategie politiche avanzate dalla Commissione Europea che mirano a stabilire la neutralità climatica in Europa entro il 2050. Il Green Deal include l'ambizione di ridurre le emissioni di gas serra dell'UE di almeno il 50%, aspirando al 55% rispetto ai livelli del 1990. Le motivazioni alla base dell'istituzione del Green Deal europeo derivano da una serie di sfide ambientali e sociali, inclusi il riscaldamento globale, la riduzione dell'ozonosfera, la produzione eccessiva di rifiuti, lo spreco idrico e alimentare etc...

Le strategie del Patto verde (*"Fit for 55"*) prevedono l'introduzione di normative nuove incentrate sull'economia circolare, volte a massimizzare il riutilizzo delle risorse ed a minimizzare i rifiuti, nonché un'ampia revisione delle leggi attuali sul clima, come quella riguardante lo scambio di quote di emissione tra gli Stati europei. Tra i numerosi obiettivi, vi è anche quello di elaborare una strategia di mobilità sostenibile ed un piano di recupero delle foreste in Europa e di tutela della biodiversità, quest'ultima resa possibile attraverso l'implementazione di metodi di agricoltura biologica e la riduzione dell'uso di pesticidi. Dal momento che lo scopo principale del Patto verde europeo è quello di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050, l'obiettivo cardine è quello di

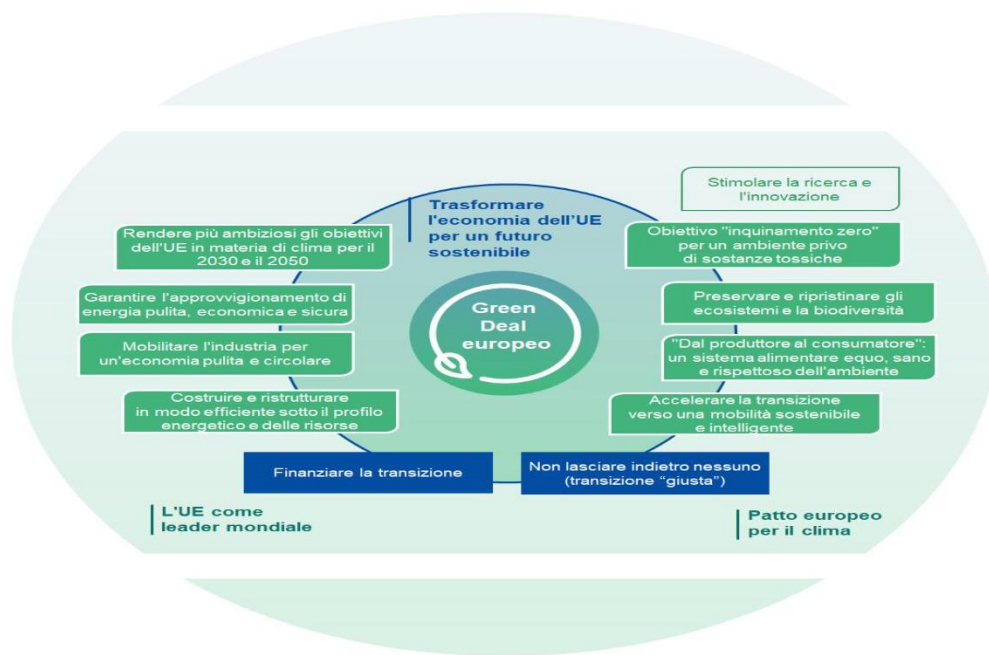
**decarbonizzare** il sistema energetico dell'Unione europea, che si concretizza dando priorità all'efficienza energetica e alle risorse rinnovabili, e creando un mercato europeo dell'energia digitalizzato e interconnesso<sup>11</sup>. È poi fondamentale dissociare la crescita economica dall'uso delle risorse, promuovendo sistemi di produzione e consumo circolari. In tale contesto, il Piano d'azione per l'economia circolare introdotto nel Green Deal, mira a trasformare interamente l'utilizzo delle risorse proponendo misure volte a influenzare il ciclo di vita dei prodotti, incentrandosi sulla progettazione di processi circolari ed incentivando un consumo sostenibile. Nello specifico, il Piano ha come obiettivo: l'ottimizzazione della progettazione dei prodotti al fine di aumentarne la durabilità e riparabilità, la promozione di processi produttivi che riducano gli sprechi e massimizzino il riciclo, la riduzione dei rifiuti, il miglioramento della riciclabilità degli imballaggi di plastica etc...<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> “Green Deal europeo”. Wikipedia: [https://it.wikipedia.org/wiki/Green\\_Deal\\_europeo](https://it.wikipedia.org/wiki/Green_Deal_europeo)

<sup>12</sup> “Economia Circolare”. Consiglio dell'Unione Europea:  
<https://www.consilium.europa.eu/it/policies/circular-economy/#sectors>

Tavola 2.2 I vari elementi del Green Deal Europeo



Fonte: Commissione europea, 2020, p. 1

Un'altra strategia fondamentale, inserita all'interno del Patto verde europeo, è sicuramente quella legata all'industrializzazione sostenibile. Infatti, il Piano Industriale del Green Deal europeo si propone di rafforzare la competitività del settore industriale e di promuovere un'economia digitalizzata e green, che consenta di creare posti di lavoro e che contribuirà allo sviluppo di prodotti e servizi innovativi<sup>13</sup>.

Quest'anno, la Commissione Europea ha annunciato un investimento di oltre 233 milioni di euro destinato a dodici nuovi progetti strategici in dieci Stati membri dell'UE, come parte del **programma LIFE**, per

<sup>13</sup> "Politica industriale dell'UE". Consiglio dell'Unione Europea: <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/eu-industrial-policy/>

promuovere le ambizioni ambientali e climatiche delineate nel Green Deal europeo. Il programma LIFE, istituito dalla Commissione nel 1992, ha visto un aumento del suo budget di circa il 60% per il periodo 2021-2027, raggiungendo 5,4 miliardi di euro, sottolineando il suo ruolo cruciale nell'attuazione dei programmi del Green Deal. Tra le varie misure previste nell'ambito ambientale, vi è quella di designare almeno il 30% dei territori marini dell'Irlanda come aree marine protette (AMP) entro il 2030, quella che prevede il miglioramento della qualità dell'aria in Polonia, e l'ottimizzazione delle risorse idriche in Lituania. Invece, altri progetti promuovono il raggiungimento della neutralità carbonica e la salvaguardia della biodiversità. Per esempio, nel Nord Italia, il programma LIFE interverrà in oltre 500 siti per rafforzare la biodiversità e i corridoi ecologici; invece, in Repubblica Ceca e in Austria, il programma interverrà al fine di implementare strumenti adeguati a conservare le specie animali. Per quanto riguarda le strategie volte a gestire il cambiamento climatico, la Commissione aiuterà la Finlandia a diventare *carbon neutral* entro il 2035, riducendo le emissioni agricole e dei trasporti ed eliminando l'uso dei combustibili fossili nelle PMI<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> “Commission invests over €233 million in Strategic Environment and Climate Project across Europe”. Commissione Europea:  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_24\\_949](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_24_949)

## **2.5 Il Green Deal europeo: le strategie connesse al settore agroalimentare**

Nel maggio 2020, la Commissione ha lanciato la strategia "**Dal produttore al consumatore**", considerata un elemento fondamentale del Green Deal europeo. Tale strategia intende trasformare il sistema alimentare attuale dell'Unione Europea in un esempio di sostenibilità. Al centro di questa strategia spiccano **la sicurezza degli alimenti e dell'approvvigionamento alimentare**; tuttavia, il piano è ampio e prevede anche di garantire la disponibilità di alimenti nutrienti, in quantità adeguate ed a prezzi accessibili. Per quanto riguarda le azioni specifiche, si mira a ridurre del 50% l'utilizzo di pesticidi, di fertilizzanti e le vendite di antimicrobici, ed a rendere almeno il 25% dei terreni agricoli dell'UE terreni destinati **all'agricoltura biologica**, nonché a promuovere consumi e regimi alimentari sostenibili ed a minimizzare gli sprechi alimentari. L'iniziativa si propone anche di contrastare le frodi alimentari nella catena di approvvigionamento ed a migliorare il benessere degli animali. Grazie a questi cambiamenti, non solo si renderà il sistema alimentare rispettoso dell'ambiente, bensì si creeranno nuove opportunità per gli operatori e per le aziende agroalimentari. Tuttavia, al fin di raggiungere la sostenibilità della catena alimentare, è essenziale che tutti gli attori coinvolti agiscano con tempestività e con determinazione per cambiare i metodi di produzione, sfruttando al meglio

le soluzioni naturali, ma soprattutto quelle **tecnologiche e digitali**. Un esempio di innovativo modello di business verde è rappresentato dal sequestro del carbonio da parte degli agricoltori e dei silvicoltori, con l'obiettivo di rimuovere la CO<sub>2</sub> dall'atmosfera; così anche il modello basato sulle bioraffinerie avanzate, le quali producono biofertilizzanti, prodotti biochimici e mangimi proteici, ed il modello basato sulla produzione di biogas grazie al riutilizzo degli scarti agricoli come il letame. Per quanto riguarda il settore della trasformazione e della distribuzione alimentare, una delle proposte della Commissione europea è quella di migliorare la sicurezza alimentare sostenendo l'utilizzo di soluzioni di imballaggio innovative e sostenibili, che impiegano materiali riutilizzabili e riciclabili, riducendo l'uso di sostanze chimiche a contatto con gli alimenti. Inoltre, sempre in materia di sicurezza alimentare, essa sta valutando la possibilità di introdurre un'etichettatura dei prodotti alimentari che tenga conto delle indicazioni sull'origine o la provenienza degli stessi, incentivando l'utilizzo del digitale per migliorare l'accessibilità delle informazioni sugli alimenti ai consumatori, nonché la loro tracciabilità lungo tutta la filiera agroalimentare. In aggiunta, la Commissione europea valuterà metodi per uniformare le dichiarazioni ambientali volontarie, sviluppando un sistema di etichettatura che tenga conto, non solo dell'aspetto nutrizionale del prodotto, ma anche degli

aspetti climatici, ambientali e sociali, per informare il consumatore dell'impronta ambientale degli alimenti; inoltre, fornirà nuovi strumenti, soprattutto quelli digitali, per migliorare l'accessibilità delle dichiarazioni alimentari a tutti i consumatori, specialmente a coloro che hanno disabilità visive<sup>15</sup>.

La strategia “dal produttore al consumatore” ha poi l'obiettivo di prevenire le perdite e gli sprechi alimentari. Infatti, la Commissione si è impegnata a dimezzare gli sprechi alimentari pro capite entro il 2030 e presto proporrà delle norme vincolanti armonizzate in tutta l'UE; rivedrà per esempio, le norme relative alle date di scadenza sugli alimenti, le quali sono spesso oggetto di interpretazione errata e quindi una delle principali cause di sprechi alimentari.

Per affrontare il problema delle frodi alimentari, la Commissione mira a collaborare con gli Stati membri e le autorità di controllo al fine di rafforzare la tracciabilità dei prodotti, migliorando ad esempio i controlli sulle importazioni<sup>16</sup>. Inoltre, punta a promuovere sistemi di innovazione e di conoscenza in campo agricolo (AKIS) ed a fornire consulenza a tutti gli attori che operano nella filiera agroalimentare; verranno pertanto supportate le PMI nello sviluppo di modelli di business sostenibili e

---

<sup>15</sup> Commissione europea e Direzione generale della Salute e della sicurezza alimentare, 2020, p. 15

<sup>16</sup> Ivi, p. 16



verranno aggiornate le misure necessarie per migliorare le competenze dei lavoratori che operano nel settore primario<sup>17</sup>.

Dunque, è importante capire come **la ricerca e l'innovazione** rappresentano degli elementi cruciali per accelerare la transizione verso sistemi alimentari sostenibili, che siano sani ed inclusivi, dalla produzione primaria al consumo. Infatti, le soluzioni a barriere come il cambiamento climatico, e la scoperta di nuove opportunità di mercato, sono rese possibile solamente attraverso la ricerca e l'innovazione (R&I). A tal proposito, nell'ambito di Orizzonte Europa, la Commissione prevede un investimento di 10 miliardi di euro sull'utilizzo di tecnologie digitali e soluzioni basate sulla natura per l'agroalimentare, nonché sulla ricerca e l'innovazione dell'intero settore agroalimentare<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup> Ivi, p. 18

<sup>18</sup> Ivi, p.17

Tavola 2.3 Le due principali linee guida strategiche e le relative aree di impatto associate al programma Horizon Europe

<b>KEY STRATEGIC ORIENTATIONS FOR R&amp;I</b>	<b>KSO B: Restoring Europe's ecosystems and biodiversity, and managing sustainably natural resources</b>	<b>KSO C: Making Europe the first digitally enabled circular, climate-neutral and sustainable economy</b>
<b>IMPACT AREAS</b>	Enhancing ecosystems and biodiversity on land and in waters  Clean and healthy air, water and soil  Sustainable food systems from farm to fork on land and sea	Circular and clean economy
<b>EXPECTED IMPACTS</b>	<b>27.</b> Climate neutrality and adaptation to climate change  <b>28.</b> Preservation and restoration of biodiversity and ecosystems  <b>30.</b> Food and nutrition security for all from sustainable food systems from farm to fork  <b>31.</b> Balanced development of rural, coastal and urban areas	<b>29.</b> Sustainable and circular management of natural resources; tackling pollution; bioeconomy  <b>32.</b> Innovative governance models enabling sustainability, environmental observation

Fonte: Commissione Europea, 2021, p. 91

### 3 AGRICOLTURA 4.0: mercato e prospettive

#### 3.1 Definizione e principi cardine dell'agricoltura 4.0

Per approfondire il concetto di Agricoltura 4.0 è necessario guardare al passato, esplorando le varie fasi evolutive dell'agricoltura e spiegando come questa si è sviluppata fino ai giorni nostri. Di seguito, le tappe principali di questa evoluzione:

- Fino alla metà del XX secolo, l'agricoltura era basata principalmente sul lavoro manuale ed era caratterizzata da una bassa produttività. Questo modello è noto come **Agricoltura 1.0**;
- Intorno al 1950, con l'avvento della Rivoluzione Verde, si introdussero delle pratiche agronomiche innovative, macchinari e prodotti chimici più efficienti che permisero di ridurre i costi dei fattori produttivi e segnarono pertanto l'avvio dell'**Agricoltura 2.0**;
- L'Anno 1990 segna la nascita dell'**Agricoltura di Precisione**, detta anche Agricoltura 3.0. Quest'ultima, utilizza tecnologie digitali ed informatiche per eseguire interventi agronomici specifici, basati sulle reali necessità delle colture e sulle caratteristiche del suolo. L'Agricoltura di Precisione, dunque, si propone di trasformare il modo in cui si coltiva, puntando su una serie di obiettivi quali: massimizzare la resa produttiva, elevare la qualità della produzione, minimizzare i costi e gli impatti

negativi sull'ambiente. Tra le tecniche utilizzate nel campo dell'Agricoltura 3.0, rientrano: tecniche di irrigazione, di distribuzione di fertilizzanti, di *plantig*, *spraying*, etc...

A partire dal 2010, con l'introduzione delle tecnologie digitali, si assiste all'ultima fase evolutiva dell'agricoltura: **l'Agricoltura 4.0**.<sup>1</sup>

L'Osservatorio Smart AgriFood definisce l'agricoltura 4.0 come: *“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”*<sup>2</sup>.

Il fine ultimo dell'implementazione delle tecnologie 4.0 nell'ambito dell'agricoltura, è quello di garantire una sostenibilità economica, sociale ed ambientale, innalzando al contempo la profittabilità delle imprese che operano nella filiera. Dunque, l'agricoltura 4.0 si compone di due

---

<sup>1</sup> Osservatorio Smart AgriFood, “Agricoltura 4.0: cos'è, evoluzione, vantaggi e tecnologie”. Osservatori Digital Innovation: <https://blog.osservatori.net/agricoltura-4-0-cose-vantaggi-tecnologie>

<sup>2</sup> ibidem

elementi: l'Agricoltura di Precisione e lo *Smart Farming*. Con il termine “*Smart Farming*”, si fa riferimento alla strategia implementata dall'impresa agricola che si basa sull'utilizzo delle tecnologie digitali, con riferimento specifico ai *Big Data*<sup>3</sup> ed i *Big Data Analytics*<sup>4</sup>.

### **3.2 Tecnologie abilitanti e processo produttivo**

L'Agricoltura 4.0 si avvale di un'ampia varietà di tecnologie digitali avanzate, che migliorano significativamente l'efficacia delle pratiche agricole e trasformano l'intera filiera alimentare. Tra le tecnologie utilizzabili, **l'agrometeorologia** svolge un ruolo fondamentale, in quanto, fondendo l'utilizzo dei dispositivi digitali con lo studio delle condizioni metereologiche, consente all'agricoltore di ottenere dei dati precisi circa le previsioni climatiche e di conseguenza di adottare le decisioni volte a massimizzare la produzione.

Parallelamente, l'utilizzo dei **Big Data** sta rivoluzionando il settore agricolo. Questa tecnologia si basa sul raccoglimento e sull'analisi in tempo reale di enormi quantità di dati, tramite sensori ed altri strumenti digitali, volta a migliorare le decisioni operative quotidiane e l'efficienza operativa. Questi dati vengono poi archiviati e condivisi tramite servizi

---

<sup>3</sup> il termine "Big Data" si riferisce nel campo informatico e statistico ad una raccolta di dati informatici talmente estesa in termini di velocità e di volume che necessita di tecnologie specializzate per l'estrazione di conoscenza.

<sup>4</sup> Big data analytics è il processo attraverso cui si raccolgono e si analizzano grandi volumi di dati (i Big Data) per estrarre informazioni non immediatamente evidenti.

di *Cloud Computing*<sup>5</sup> che li rendono accessibili on-demand; in questo modo, l'azienda può costantemente monitorare le condizioni delle colture e dei macchinari.

Un altro pilastro della tecnologia, essenziale per l'Agricoltura 4.0 è senza dubbio **l'intelligenza artificiale (AI)**. Questa tecnologia, utilizzando i dati raccolti, permette di emulare le capacità di ragionamento e di decisione umane, applicandole in ambiti come: la previsione delle rese dei raccolti, la scelta delle colture più adatte, la manutenzione dei macchinari agricoli. Nel contesto dell'innovazione delle pratiche agricole, assume una rilevante importanza l'utilizzo dell'**IOT (*Internet of things*)**, una tecnologia che trasforma gli oggetti in dispositivi "intelligenti" ed interconnessi, con la funzione di raccogliere, elaborare e scambiare informazioni tra loro. Alla base dell'IOT rientrano le seguenti tecnologie abilitanti: l'identificazione a radiofrequenza (RFID), le reti di sensori wireless (WSN), la comunicazione machine-to-machine e quella uomo-macchina (che facilita la coordinazione tra le macchine e tra l'agricoltore e le macchine), i servizi web ed i sistemi informativi. Questa disciplina trova il suo ambito applicativo in sensori wireless posizionati nei campi, i quali monitorano lo stato di salute delle colture e

---

<sup>5</sup> Il "cloud computing" si riferisce alla fornitura di servizi via internet come l'archiviazione, l'elaborazione e la trasmissione di dati da parte di un fornitore ad un utente finale, su richiesta di quest'ultimo.

le condizioni ambientali, così come dispositivi inseriti sulle macchine agricole per controllare in tempo reale l'operato di un macchinario. Infine, una tecnologia che sta prendendo piede nel settore del settore agroalimentare è la **“Blockchain”**. La Blockchain può essere definita come una specie di “registro digitale” basato sulla crittografia, la quale permette di condividere e registrare dati, rendendoli immutabili e trasparenti, senza la possibilità di rimuoverli dalla rete. La Blockchain, nel settore agroalimentare, è utilizzata per migliorare i processi di tracciabilità e di rintracciabilità dei prodotti, in quanto permette di seguire il percorso degli alimenti lungo tutta la filiera. Inoltre, questa tecnologia gioca un ruolo chiave nella tutela della sicurezza alimentare, in quanto può essere applicata per controllare la presenza di allergeni nei prodotti e per agevolare il processo di ritiro di lotti compromessi. In aggiunta, la Blockchain è utilizzata con obiettivi legati alle certificazioni. Infatti, i dati dei prodotti, raccolti e resi immutabili, sono messi a disposizione dei certificatori che, possedendo informazioni come l'origine, i processi produttivi e le condizioni di trasporto degli alimenti, possono rilasciare con più facilità e sicurezza le certificazioni.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> “Agricoltura 4.0: Blockchain e certificazioni”. Altalex:  
<https://www.altalex.com/documents/news/2023/02/08/agricoltura-4-0-blockchain-certificazioni>

Dopo aver discusso le tecnologie abilitanti dell'Agricoltura 4.0, vediamo come esse effettivamente vengono utilizzate nei processi aziendali e lungo tutta la filiera agroalimentare. Tra le soluzioni digitali più importanti, la robotica gioca un ruolo cruciale, in quanto, i robot sono in grado di operare in autonomia eseguendo attività come la raccolta di frutti e l'irrorazione di pesticidi. Importante è il monitoraggio da remoto di terreni e coltivazioni, eseguito tramite sensori e centraline meteo e fotocamere, che permette di raccogliere i dati ed inviarli a centri di elaborazione dove verrà gestito lo stato di salute delle colture. Gli stessi sistemi di monitoraggio sono anche utilizzati per sorvegliare le infrastrutture aziendali, fornendo una maggiore sicurezza. Un'altra soluzione tecnologica da considerare è l'utilizzo di droni e satelliti per raccogliere immagini, al fine di produrre mappe dettagliate, le quali non solo mostrano lo stato delle colture, ma sono utili per indicare le operazioni specifiche necessarie che l'agricoltore deve eseguire per ottimizzare la gestione del campo. I droni, infatti, fornendo immagini precise dei terreni, effettuano trattamenti di precisione contro insetti e parassiti nelle aree interessate, riducendo notevolmente gli sprechi. Ovviamente i macchinari e le attrezzature in questione sono equipaggiati di strumenti hardware (GPS ed attuatori), che forniscono dati sul funzionamento e gli permettono di regolare automaticamente le



operazioni in base ai dati ricevuti. È rilevante anche l'uso di software gestionali aziendali, che, sebbene non siano considerati soluzioni di Agricoltura 4.0 in senso stretto, supportano l'agricoltore in diverse aree, dalla pianificazione delle attività alla gestione delle macchine, fino alla contabilità. Infine, i sistemi software di supporto alle decisioni (DSS), elaborano la mole di dati contenuti all'interno di un database, estraendo solamente quelli più utili al processo decisionale, in modo da garantire supporto a tutti coloro che devono prendere decisioni strategiche aziendali.

Le tecnologie fino ad ora citate, sono spesso utilizzate nel contesto dell'Indoor Farming<sup>7</sup>, considerato uno delle tendenze più innovative del momento del settore agroalimentare. Questo metodo di coltivazione consiste nella crescita delle piante in strati sovrapposti verticalmente, in strutture chiuse e dotate di elementi hardware connessi in grado di rilevare dati all'interno della serra, come parametri ambientali e climatici (luminosità, umidità, temperatura dell'aria e del suolo) e di elaborarli successivamente. Questo fenomeno costituisce una soluzione a problemi legati alla scarsità di acqua e all'utilizzo eccessivo di fertilizzanti chimici;

---

<sup>7</sup> L'Indoor Vertical Farming è una pratica agricola che consiste nel coltivare piante su più livelli sovrapposti verticalmente su edifici come grattacieli o serre. Al fine di minimizzare l'utilizzo di risorse ed aumentare la produttività delle piante, vengono utilizzate tecnologie particolari per rilevare le condizioni di coltivazione come l'umidità del suolo, la temperatura, la luce etc...

inoltre, sfruttando le grandi altezze, l'Indoor Farming consente di affrontare il problema della riduzione di terreni coltivabili<sup>8</sup>.

### 3.3 Il valore di mercato dell'Agricoltura 4.0 in Italia

L'Osservatorio Smart AgriFood del Politecnico di Milano, negli ultimi anni, ha svolto rilevanti ricerche sulla diffusione dell'Agricoltura 4.0 in Italia. Le indagini eseguite nel 2021 hanno mostrato che, nell'anno in questione, l'agricoltura 4.0 ha generato un fatturato di 1,6 miliardi di euro in Italia (rispetto ai 100 milioni del 2017), con un incremento del 23% rispetto al 2020<sup>9</sup>. Le tecnologie implementate da soluzioni di Agricoltura 4.0 più utilizzate sono state quelle legate alla gestione e all'analisi dei dati, le quali rappresentavano il 71% del valore di mercato totale. Seguono le piattaforme software e l'Internet of Things (implementato da device ed attrezzature connesse), che hanno registrato il 59% ed il 58% rispettivamente. Nonostante le applicazioni di Intelligenza Artificiale e Machine Learning siano in fase emergente, al 2021 esse rappresentavano il 10% delle soluzioni<sup>10</sup>. L'Osservatorio di Milano, prendendo in esame un campione di 869 aziende agricole, ha poi analizzato le **soluzioni 4.0** maggiormente impiegate. Come dimostra la tavola 3.1, i software

---

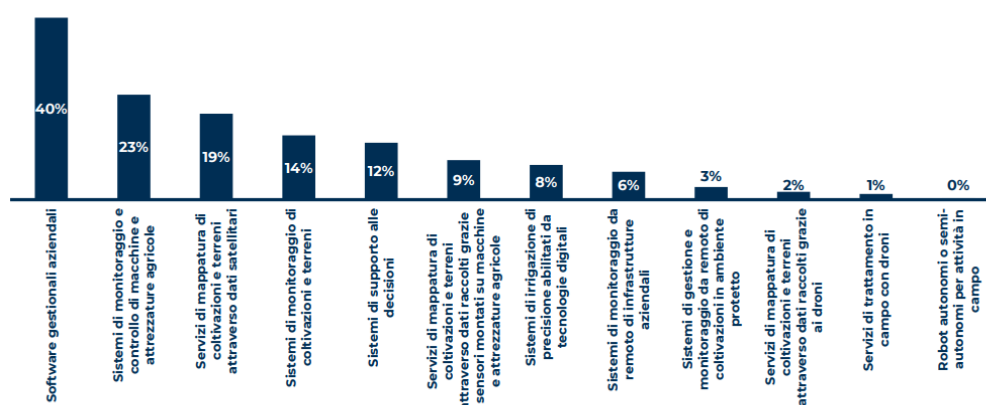
<sup>8</sup> Osservatorio Smart AgriFood, "Agricoltura 4.0: cos'è, evoluzione, vantaggi e tecnologie". Osservatori Digital Innovation: <https://blog.osservatori.net/agricoltura-4-0-cose-vantaggi-tecnologie>

<sup>9</sup> Osservatorio Smart AgriFood, 2021, p. 7

<sup>10</sup> Ivi, p. 13

gestionali, rappresentano la soluzione più implementata, scelta dal 40% delle aziende; a seguire, i sistemi per il monitoraggio ed il controllo di macchinari agricoli e terreni, utilizzati dal 23%, ed i sistemi di mappatura del terreno, sostenuti da tecnologie satellitari e adottati dal 28% delle aziende. Invece, le soluzioni più innovative come l'utilizzo di droni e di robot per le attività in campo, essendo in fase di sperimentazione, risultavano essere quelle meno utilizzate<sup>11</sup>.

Tavola 3.1 Le soluzioni di Agricoltura 4.0 maggiormente impiegate dalle aziende agricole.



Base: 869 aziende agricole.  
Una azienda può utilizzare più di una soluzione.

Fonte: Osservatorio Smart AgriFood, 2021, p.18

L'indagine ha inoltre dimostrato che la quota di agricoltori, che adottano almeno una soluzione di Agricoltura 4.0, è cresciuta in modo significativo: più del 60% delle aziende risultava far utilizzo di queste

<sup>11</sup> Ivi, p. 18

tecnologie, con una media di 2,7 soluzioni ogni impresa. La propensione all'adozione di tali tecnologie risultava aumentare al crescere delle dimensioni aziendali, in termini sia di superficie coltivata che di fatturato<sup>12</sup>. Approfondendo il tema degli investimenti in nuove tecnologie, emerge che le aziende agricole tendono ad effettuare investimenti ridotti, probabilmente perché preferiscono sperimentare le soluzioni 4.0 prima di impegnarsi in spese più ingenti. Nello specifico, si riscontra una media di 45.000 euro di investimenti, tuttavia ciò varia in base alla dimensione aziendale. Infatti, le aziende più piccole (sotto i 50 ettari) investono mediamente 29.000 euro, quelle di dimensione media (tra i 50 e 150 ettari) 43.000 euro, e le aziende di grandi dimensioni (oltre 150 ettari) 82.000 euro.<sup>13</sup>

La ricerca più recente, pubblicata dall'Osservatorio Smart Agrifood a marzo 2024, ha dimostrato che in Italia il mercato dell'Agricoltura 4.0 è in forte crescita e gli ambiti di investimento in soluzioni digitali sono diversi rispetto agli anni precedenti. In particolare, dalla ricerca emerge che nel 2023, il settore agrifood italiano ha risentito notevolmente degli impatti del cambiamento climatico. In questo scenario, il mercato

---

<sup>12</sup> Ivi, p. 17

<sup>13</sup> Ivi, p. 19

dell'Agricoltura 4.0 ha raggiunto un picco di 2,5 miliardi di euro, registrando un aumento del 19% rispetto al 2022.

Dallo studio eseguito, emerge che nel 2023 il 72% delle aziende agricole italiane utilizza soluzioni improntate all'Agricoltura 4.0 (registrando un numero medio di soluzioni per azienda di 3.4). L'Osservatorio ha poi evidenziato che tra le soluzioni digitali più adottate spiccano **i software gestionali aziendali**, seguiti dai **sistemi di monitoraggio e controllo di attrezzature e di terreni**, dai **sistemi di supporto alle decisioni (DDS)** ed infine dalle **tecnologie satellitari** per la mappatura delle coltivazioni. Viene poi sottolineata la dinamica vitalità del settore in Italia, grazie ad un incremento del 10% di soluzioni innovative sul mercato e da un aumento del 13% di fornitori tecnologici che le propongono<sup>14</sup>.

### **3.4 Incentivi ed ostacoli all'adozione delle tecnologie 4.0**

La crescita del mercato dell'Agricoltura 4.0 è sicuramente spinta dagli incentivi fiscali forniti per stimolare gli investimenti nelle tecnologie 4.0, specialmente dal 2020 in poi.

Dai dati raccolti dall'Osservatorio di Milano, su un campione di 503 aziende agricole, si evince che il 73% ha sfruttato almeno un incentivo, e circa la metà ha fatto uso di almeno due incentivi. Inoltre, si osserva

---

<sup>14</sup> Osservatorio Smart AgriFood, "Nel 2023 l'Agricoltura 4.0 italiana raggiunge 2,5 miliardi di euro, +19%". Osservatori Digital Innovation: <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/agricoltura-4-0-2023>

una correlazione tra l'utilizzo di incentivi e la dimensione delle aziende: circa il 43% delle aziende di piccole dimensioni (sotto i 50 ettari di terreno) dichiara di non aver mai usufruito di incentivi, a fronte di solo il 13% delle aziende più grandi. Tra gli incentivi più riconoscibili, ci sono i Programmi di Sviluppo Rurale (PSR) ed il Piano di transizione 4.0. Generalmente, però, dallo studio emerge una mancanza di conoscenza di queste opportunità<sup>15</sup>. Ciononostante, le aziende che ne hanno usufruito hanno tratto numerosi benefici: l'84% di esse ha dichiarato che l'uso di incentivi ha impattato positivamente sulle loro scelte di investimento<sup>16</sup>. Sebbene siano chiari i benefici di tali misure, persistono delle criticità che ne limitano l'efficacia. In particolare, le numerose pratiche burocratiche, che le imprese devono effettuare per ottenere i finanziamenti, rappresentano il primo ostacolo all'utilizzo di soluzioni digitali; in secondo luogo, gli incentivi spesso non rispondono alle reali esigenze delle aziende agricole, risultando inadeguati per le tecnologie di cui esse effettivamente necessitano. Pertanto, al fine di fornire i giusti sostentamenti, occorre sviluppare un'analisi più dettagliata delle reali esigenze delle imprese agricole<sup>17</sup>.

---

<sup>15</sup>Osservatorio Smart AgriFood, 2021, p. 23

<sup>16</sup>Ivi, p. 25

<sup>17</sup> Ivi, p. 26

In aggiunta, l'indagine condotta dall'Osservatorio ha indicato che le imprese che investono maggiormente in soluzioni 4.0 sono quelle che avevano già avviato percorsi di digitalizzazione in passato. Per questo motivo, l'espansione delle superfici coltivate in Italia con tecnologie digitali, non mostra una crescita elevata, passando dall'8% nel 2022 a solo il 9% nel 2023. Ad oggi, in effetti, molte aziende agricole riscontrano difficoltà nell'adottare le nuove tecnologie all'interno dei processi produttivi, e ciò deriva soprattutto per la mancanza di **competenze digitali** di chi opera all'interno del settore. Infatti, come afferma Andrea Bacchetti, direttore dell'Osservatorio Smart Agrifood, per garantire la diffusione di tecnologie 4.0 nel settore agricolo occorrono *“più conoscenze tecniche legate alle nuove tecnologie digitali, ma anche nuove figure professionali, che sappiano avvicinare le aziende della domanda e i provider tecnologici, comprendendo fabbisogni, problematiche e obiettivi delle aziende del settore e guidandole nel processo di digitalizzazione”*<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> Osservatorio Smart AgriFood, “Nel 2023 l'Agricoltura 4.0 italiana raggiunge 2,5 miliardi di euro, +19%”. Osservatori Digital Innovation:  
<https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa//agricoltura-4-0-2023>

### **3.5 La tracciabilità alimentare ed il punto di vista dei consumatori**

Attualmente, assume sempre più rilevanza la condivisione di informazioni tra tutti i soggetti coinvolti nella filiera agroalimentare, dai produttori ai consumatori, resa possibile attraverso l'impiego di specifiche tecnologie. A tal proposito, l'Osservatorio Smart AgriFood ha studiato gli effetti dell'innovazione digitale sulla tracciabilità alimentare, conducendo un'indagine su un campione di 1034 consumatori italiani; l'indagine si focalizza sul tipo di informazione che questi cercano, e su quanto fossero informati e disposti ad utilizzare le nuove tecnologie adottate nel settore per migliorare la comunicazione della tracciabilità<sup>19</sup>.

Le aziende agricole possono trasmettere al consumatore svariate informazioni: dalla provenienza e qualità del prodotto e delle materie prime, alla sostenibilità dei metodi di produzione. Dall'indagine svolta, emerge che i consumatori apprezzano decisamente le azioni comunicative delle imprese volte a documentare la qualità e le caratteristiche dei prodotti, mostrando notevole interesse nell'ottenere tali informazioni<sup>20</sup>: infatti, **il 53% degli intervistati dichiara di**

---

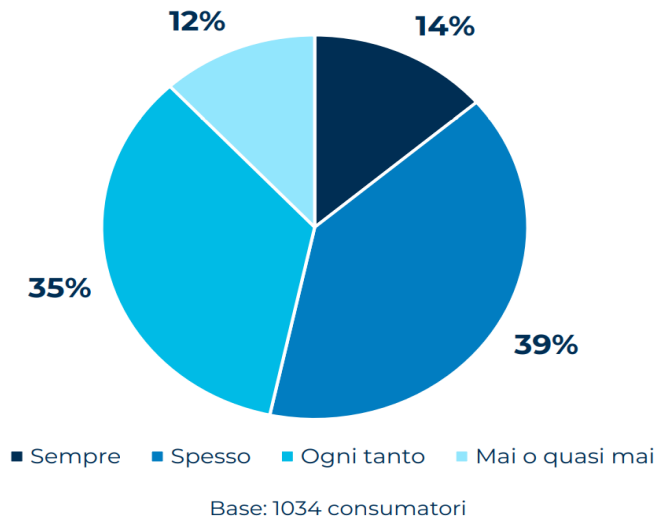
<sup>19</sup> Osservatorio Smart AgriFood, 2021-2022, p. 4

<sup>20</sup> Ivi, p. 11



**ricercare sempre o spesso informazioni sulla tracciabilità alimentare e solamente il 12% dichiara di non essere interessato<sup>21</sup>.**

Tavola 3.2 Frequenza della ricerca di informazioni di un prodotto agroalimentare



Fonte: Osservatorio Smart AgriFood, 2021-2022, p. 14

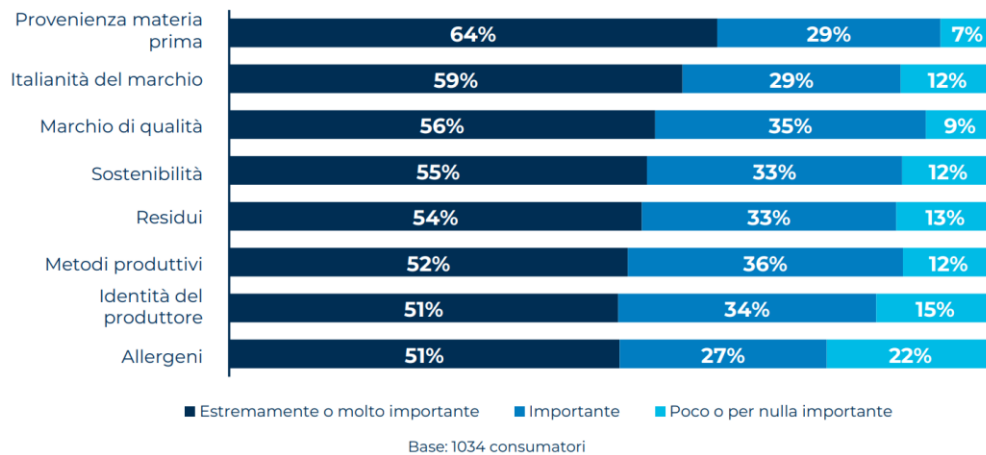
Inoltre, dallo studio eseguito, si nota una tendenza a preferire dati legati alla **provenienza della materia prima ed all'italianità del marchio**, mentre risultano meno richieste le informazioni circa la presenza di allergeni nei prodotti e l'identità del produttore<sup>22</sup>.

---

<sup>21</sup> Ivi p. 14

<sup>22</sup> Ivi, p.11

Tavola 3.3 Tipologia di informazioni più ricercate dai consumatori quando acquistano un prodotto alimentare



Fonte: Osservatorio Smart AgriFood, 2021-2022, p. 11

In particolare, i consumatori sembrano porre maggiore attenzione alla provenienza dei prodotti di origine animale: il 78% del campione dichiara di cercare informazioni sulla carne, ed il 54% sui prodotti ittici. Infatti, queste due filiere sono particolarmente sensibili alle tematiche legate alla sostenibilità ambientale, alla sicurezza dei prodotti ed al benessere degli animali. Invece, l'interesse per i consumatori circa l'italianità del marchio e dell'origine, si riflette soprattutto nella ricerca di prodotti come l'olio di oliva<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> Ivi, p.12

In questo contesto, è fondamentale capire quali siano gli strumenti digitali tramite i quali un'azienda veicola le informazioni e quali siano quelli più utilizzati dai consumatori.

Le tecnologie di cui le aziende si avvalgono per informare il consumatore finale sono: il proprio sito web, le piattaforme social del produttore, i codici QR<sup>24</sup> (o *QR code*), la realtà aumentata, piattaforme gestite da terzi (web forum), la tecnologia NFC<sup>25</sup>. Tra gli strumenti elencati, **il sito internet del produttore** risulta essere il più utilizzato dai consumatori finali (circa il 60% lo utilizza sempre o spesso). Molti preferiscono leggere recensioni ed opinioni di altri utenti ed esperti su social e piattaforme gestite da terzi (46%), ed altri prediligono codici QR (38%). Mentre, tra le soluzioni meno diffuse e meno conosciute, risultano le tecnologie più avanzate come NFC e la realtà aumentata; ciò per via della mancanza di strumenti adeguati all'utilizzo<sup>26</sup>.

---

<sup>24</sup> Un codice QR (o "QR code") è un codice a barre bidimensionale che è utilizzato per immagazzinare informazioni (URL di siti web, informazioni di testo o di contatto) che sono leggibili con smartphone o lettore ottico.

<sup>25</sup> La tecnologia Near-field Communication (NFC) è una tecnologia di ricetrasmisione che consente interazioni contactless, offrendo una connettività senza fili a corto raggio (fino a 10 cm).

<sup>26</sup> Ivi, p. 19

## 4 CASE STUDY

### 4.1 Single case analysis

Per rispondere alle domande di ricerca relative al tema dell'Agricoltura 4.0, in particolare quelle relative agli impatti delle tecnologie 4.0 sul settore agroalimentare, ho utilizzato la metodologia di studio del “**Single Case Analysis**”. Questo approccio metodologico, rientra nell'ambito della ricerca qualitativa induttiva, e si basa sull'analisi di un singolo caso, con lo scopo di descriverne e comprenderne la complessa struttura di relazioni che lo definiscono, e in un secondo momento di utilizzare l'evidenza empirica raccolta per fare luce su temi generali<sup>1</sup>. Il metodo del caso studio offre diverse applicazioni per la ricerca di valutazione. Innanzitutto, esso viene utilizzato per *spiegare i legami causali presunti negli interventi della vita reale, che sono troppo complessi per essere affrontati tramite strategie di studio o sperimentali. In secondo luogo, viene utilizzato per descrivere un intervento ed il suo contesto nella vita reale in cui si è verificato. Infine, la strategia dello studio di caso è utile per illustrare argomenti specifici all'interno di una valutazione in modalità descrittiva e per illuminare situazioni in cui l'intervento valutato non ha un unico insieme di risultati chiari*<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Trincherò, “Lo studio di caso”. Pedagogia Sperimentale:  
<https://pedagogiasperimentaleonlinedfe.wordpress.com/lo-studio-di-caso/>

<sup>2</sup> Robert K. Yin, 2009, p. 20

Il Case Study ha un progetto di ricerca, considerato come una sequenza logica che collega i dati raccolti alle domande di ricerca iniziali (domande a cui si vuole rispondere), ed infine, alle conclusioni dello studio (le risposte a tali domande)<sup>3</sup>.

Il capitolo in questione, dunque, si concentra sull'analisi, eseguita con il metodo di ricerca appena descritto, di un'azienda che opera nel settore dell'Agricoltura 4.0. L'azienda che andrò ad analizzare è **xFarm Technologies**, un'impresa Tech che fornisce strumenti digitali alle imprese che operano nel settore agricolo. Ho scelto di utilizzare questa azienda come caso di studio per la sua capacità di evidenziare in modo concreto i benefici pratici dell'agricoltura 4.0, essendo pioniere nella fornitura di strumenti innovativi alle imprese che operano in questo settore. Infatti, l'esperienza ed i risultati ottenuti da xFarm, costituiscono una base empirica solida per supportare le ipotesi di ricerca del mio studio circa i benefici ed i vantaggi che derivano dall'adozione di tecnologie 4.0 nei processi produttivi agricoli. Lo studio è stato condotto attingendo al sito web ufficiale di xFarm e ad un articolo blog. La pagina web ufficiale è completa di tutte le informazioni sulle tecnologie offerte dall'azienda; inoltre, fornisce dati quantitativi circa i benefici che

---

<sup>3</sup> Ivi, p. 26

l'adozione delle soluzioni tecnologiche ha portato alle imprese agricole, come gli effettivi miglioramenti in termini di produttività, sostenibilità ambientale, e di riduzione degli sprechi. L'articolo blog invece, ha fornito approfondimenti e testimonianze circa gli sviluppi ed i traguardi che xFarm ha ottenuto negli ultimi anni.

## **4.2 Il caso di xFarm**

Fondata nel 2017 da Matteo Vanotti, xFarm Technologies è una tech company che promuove la digitalizzazione del settore agroalimentare offrendo soluzioni 4.0 alle aziende agricole tramite una piattaforma, per sostenere gli imprenditori agricoli e gli stakeholders nella gestione sostenibile delle loro imprese. Attualmente, xFarm supporta il lavoro di 300.000 aziende agricole presenti in più di 100 paesi del mondo, appartenenti a più di 50 filiere e presenti su 3 milioni di ettari<sup>4</sup>; inoltre, ha chiuso l'anno 2023 raggiungendo un team internazionale di più di 100 collaboratori, e quello precedente raccogliendo un capitale di 17 milioni. Tuttavia, è il 2024 l'anno in cui si prevedono maggiori sviluppi per xFarm Technologies: l'azienda prevede sia nuove assunzioni per rafforzare il team tecnologico, con particolare

---

<sup>4</sup> XFarm "Azienda": <https://xfarm.ag/l-azienda>

attenzione al settore dell'Intelligenza artificiale, che di espandersi in Germania, Francia, Polonia, Sudamerica e Asia<sup>5</sup>.

La visione di xFarm è quella di migliorare le pratiche agronomiche dalla singola azienda all'intera filiera agroalimentare, attraverso l'utilizzo di tecnologie all'avanguardia<sup>6</sup>.

Infatti, grazie all'implementazione di prodotti offerti da xFarm, le imprese hanno registrato un risparmio di acqua di circa 5.216.938 metri cubi (ossia l'equivalente di acqua consumato da oltre 57.000 persone in un anno in Italia), riducendo il consumo tra il 20% ed il 50%. Le soluzioni offerte da xFarm hanno inoltre evitato l'emissione di 1635 tonnellate di CO<sub>2</sub> (che equivale all'anidride carbonica assorbita da 743 nell'intero ciclo di vita). Drastica è anche la riduzione di Agro-farmaci e fertilizzanti: gli agricoltori hanno ottenuto rispettivamente una riduzione del 4-16% e del 5-12%.

**L'applicazione xFarm** è la soluzione digitale progettata per aiutare le aziende agricole a gestire in maniera efficiente la loro produzione, offrendo tecnologie all'avanguardia la cui funzione spazia dal

---

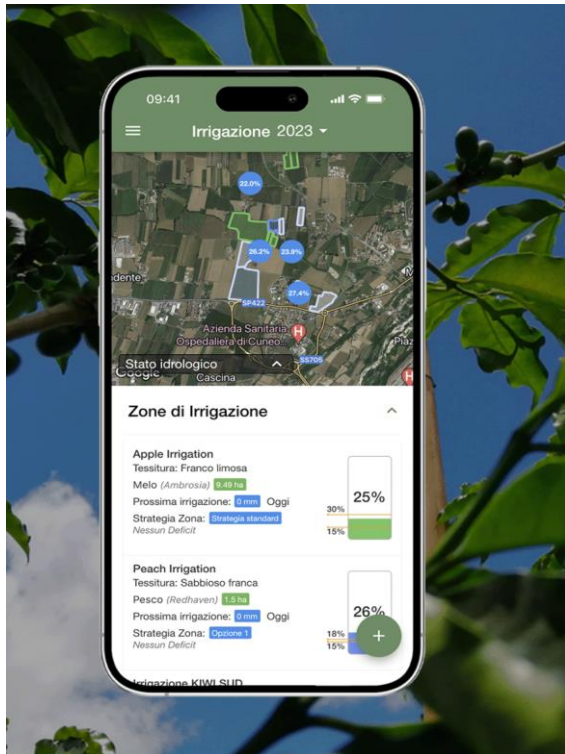
<sup>5</sup> "xFarm Technologies punta sull'intelligenza artificiale. Nel 2023 l'azienda chiude con 300 mila aziende in piattaforma". Agricoltura.it: <https://www.agricoltura.it/2023/12/27/xfarm-technologies-punta-sullintelligenza-artificiale-nel-2023-lazienda-chiude-con-300-mila-aziende-in-piattaforma/>

<sup>6</sup> XFarm, "Azienda": <https://xfarm.ag/l-azienda>

monitoraggio dei campi e dei macchinari alla gestione della contabilità.

Per esempio, attraverso l'app xFarm, è possibile importare mappature dei campi agricoli organizzati per caratteristiche e colture, in modo che gli utenti possano usufruire di una panoramica immediata della loro azienda agricola. Inoltre, l'app consente all'imprenditore agricolo di avere a portata di mano informazioni rilevanti provenienti dai campi e rilevate attraverso sensori, come i dati sulle caratteristiche del suolo e quelli meteorologici, utili per ottenere consigli e previsioni sulla **seminabilità e sull'irrigazione** (vedi tabella 4.1).

Tavola 4.1 Panoramica delle zone di irrigazione

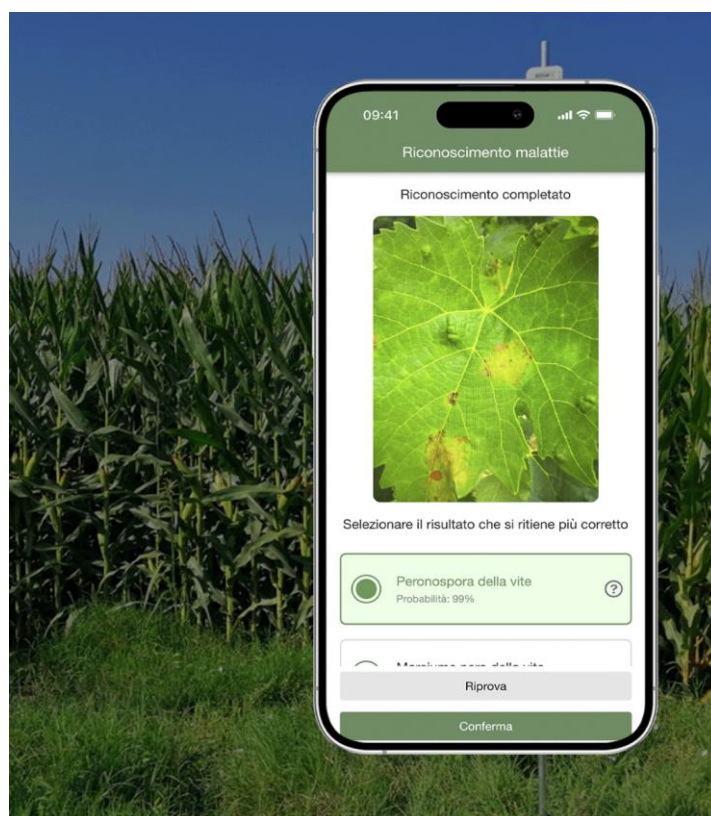


Fonte: XFarm, "Irrigazione": <https://xfarm.ag/irrigazione>



L'app viene utilizzata anche per gestire i macchinari agricoli attraverso il **monitoraggio delle performance e della posizione in tempo reale dei macchinari**, oltre che al controllo dei costi di esercizio legati ad essi<sup>7</sup>. In aggiunta, xFarm, avvalendosi di algoritmi di intelligenza artificiale, è in grado di eseguire la diagnosi automatica delle **patologie di una pianta** (vedi tavola 4.2), grazie ad una semplice fotografia e di inviare allerte che avvisano circa il grado di rischio epidemiologico<sup>8</sup>.

Tavola 4.2 Riconoscimento patologie delle colture



Fonte: Xfarm, “Protezione colture”: <https://xfarm.ag/protezione-delle-culture>

---

<sup>7</sup>XFarm, “Gestione macchinari”: <https://xfarm.ag/macchinari>

<sup>8</sup>XFarm, “Protezione colture”: <https://xfarm.ag/protezione-delle-culture>

XFarm offre anche strumenti avanzati per la gestione delle stalle, dei box e dei silos. Infatti, grazie ad una dashboard intuitiva, è possibile ottenere una panoramica completa della stalla e dei silos: dalla registrazione degli animali allo stato di benessere di essi, fino al monitoraggio dei mangimi forniti e dell'attività di mungitura<sup>9</sup>. Fondamentale per xFarm è aiutare l'imprenditore agricolo nella **gestione economica** dell'azienda. In tal senso, la piattaforma rende più immediata e semplice la gestione dei costi e dei ricavi grazie alla fornitura di grafici e tabelle intuitivi. Per esempio, è possibile visualizzare i ricavi generati dalle colture nell'annata agraria, confrontare le colture più redditizie e avere una panoramica dei costi operativi annuali, come quelli legati alla manutenzione dei macchinari, alle retribuzioni ed ai fitosanitari<sup>10</sup>. Anche la **gestione della logistica** è semplificata grazie alle soluzioni proposte da xFarm, che permettono di avere un inventario digitale accessibile ovunque e aggiornato costantemente. Ad esempio, la piattaforma consente di gestire accuratamente le scorte e di programmare gli acquisti futuri, monitorando la quantità di merce presente nei silos e nelle trincee<sup>11</sup>.

---

<sup>9</sup> XFarm, "Allevamento": <https://xfarm.ag/allevamento>

<sup>10</sup> XFarm, "Gestione economica": <https://xfarm.ag/gestione-economica>

<sup>11</sup> XFarm, "Logistica": <https://xfarm.ag/logistica>

Per quanto riguarda le iniziative intraprese, xFarm, con il programma “xFarm Education”, si è impegnata attivamente nella formazione e nell’aggiornamento di agricoltori e studenti universitari, operando in 15 università; ha poi lavorato con enti governativi e fondazioni in 10 progetti, al fine di diffondere le nuove tecnologie agricole in 5 paesi in via di sviluppo, favorendo l’emancipazione degli agricoltori più sfortunati<sup>12</sup>.

Invece, per quanto riguarda i progetti più recenti, il 27 marzo 2024, in Emilia-Romagna, dalla collaborazione di xFarm Technologies e Conserve Italia, è stata inaugurata la più grande rete di monitoraggio agronomico d’Italia. Il progetto in questione copre 700 ettari di frutteti e coinvolge 200 aziende agricole. Grazie alla partnership, sono stati installati 600 dispositivi come stazioni meteo e sensori di umidità del suolo e di bagnatura fogliare, basati su tecnologie di sensoristica e di intelligenza artificiale. Il posizionamento in campo di queste soluzioni 4.0, renderà possibile la creazione di celle di monitoraggio, le quali forniscono informazioni precise sulle condizioni ambientali, utili per supportare i produttori nelle loro decisioni strategiche. Inoltre, xFarm Technologies, insieme a Conserve Italia, stanno sviluppando dei

---

<sup>12</sup>xFarm, “XFarm 4future”: <https://xfarm.ag/xfarm4future>

protocolli per iniziare a sviluppare nuove tecnologie negli ambiti dell'irrigazione e della protezione delle colture dagli agenti patogeni in dieci aziende selezionate. Verranno pertanto applicate tecnologie 4.0 come gli algoritmi di Intelligenza artificiale (AI) per l'identificazione automatica degli insetti e Sistemi di supporto alle Decisioni (DSS), che identificheranno il momento ideale per i trattamenti, riducendo gli sprechi<sup>13</sup>.

### 4.3 Riflessioni sul caso studio

Il caso di studio sull'azienda xFarm, dimostra chiaramente i benefici derivanti dall'adozione di tecnologie 4.0 nelle imprese agroalimentari. Come abbiamo visto, infatti, xFarm offre un'ampia gamma di strumenti e di soluzioni digitali che aiutano le imprese ad efficientare le risorse e a migliorare la capacità produttiva. Le tecnologie che si trovano alla base delle soluzioni di xFarm le abbiamo ampiamente discusse nel capitolo terzo della trattazione. In particolare, nei prodotti xFarm, assume rilevanza la **tecnologia IOT (Internet of things)** che, trovando il suo ambito applicativo in **sensori wireless (WSN)** posizionati nei campi, permette di monitorare lo stato delle colture, le condizioni

---

<sup>13</sup>xFarm, "Sensori in campo e intelligenza artificiale, in Emilia-Romagna la più grande rete di monitoraggio agronomico d'Italia": <https://xfarm.ag/blog-posts/sensori-in-campo-e-intelligenza-artificiale-in-emilia-romagna-la-piu-grande-rete-di-monitoraggio-agronomico-ditalia>

meteorologiche, e le performance dei macchinari. Grazie alla tecnologia dei **Big Data**, invece, i dati raccolti tramite i sensori, vengono analizzati per fornire all'imprenditore agricolo informazioni precise sulle condizioni del campo. Inoltre, assume un ruolo fondamentale la tecnologia dell'**Intelligenza artificiale (AI)**, che, emulando le capacità di ragionamento e di decisione umane, permette di diagnosticare le patologie delle piante. Infine, vi è la tecnologia dei **sistemi di supporto alle decisioni (DSS)**, la quale, avvalendosi dei Big Data, riesce ad estrarre i dati più utili al processo decisionale, per fornire raccomandazioni strategiche all'agricoltore nelle fasi del ciclo di produzione.

XFarm, grazie alla gamma di prodotti offerta, interviene in vari ambiti della catena del valore di un'azienda agricola. In particolare, le tecnologie 4.0 vengono adottate nell'attività operativa di produzione dei beni, la quale inizia con la preparazione delle colture e segue col monitoraggio continuo delle stesse, grazie all'utilizzo della sensoristica che: ottimizza i processi di semina e di irrigazione, migliora la resa dei prodotti agricoli e riduce notevolmente gli sprechi. Per quanto riguarda l'ambito della logistica, invece, xFarm grazie ai sensori ed ai Big data monitora in tempo reale le scorte nei magazzini e silos. Inoltre, le soluzioni digitali vengono adottate nell'ambito della pianificazione

aziendale. Infatti, esse forniscono un contributo significativo per la gestione finanziaria delle aziende, grazie al monitoraggio in tempo reale dei costi e dei ricavi e alle previsioni future degli stessi.

Alla luce di ciò, possiamo affermare che l'adozione di tecnologie 4.0 all'interno dei processi produttivi, genera benefici per le imprese, sia in termini economici che ambientali. Infatti, le nuove tecnologie, aiutano le imprese agricole a superare diversi ostacoli. Innanzitutto, esse risolvono il problema dell'inefficienza nella gestione delle risorse e dell'imprecisione nella pianificazione delle attività agricole, in quanto il monitoraggio costante, le previsioni accurate e i sistemi di supporto alle decisioni, consentono di ridurre gli sprechi, e di pianificare al meglio le operazioni aziendali (come la semina, la raccolta e l'irrigazione). Ancora, permettono di risolvere i problemi di molti imprenditori agricoli legati al monitoraggio delle ampie aree agricole, dal momento che i sistemi di mappatura dei terreni offrono una visione completa delle condizioni di essi. Inoltre, permettono di risolvere i problemi associati alla gestione dei macchinari, in quanto le nuove tecnologie permettono di pianificare interventi di manutenzione preventiva su di essi, riducendo i costi di riparazione e i tempi di inattività. Infine, l'identificazione delle patologie delle piante eseguita tramite l'AI permette di prevenire il rischio epidemiologico nei campi.

Tuttavia, come ho già precedentemente discusso, adottare le tecnologie 4.0 nei processi produttivi, potrebbe rappresentare una sfida per molte imprese agricole. Infatti, l'adozione di tecnologie 4.0 richiede competenze tecniche avanzate, che molte aziende agricole non possiedono, e cambiamenti radicali nelle strutture organizzative e nelle strategie operative aziendali, il che potrebbe incontrare resistenza da parte del personale abituato a sistemi tradizionali. Inoltre, un altro problema è quello relativo ai costi, sia per l'acquisto e la manutenzione delle stesse, che per la formazione del personale.

Le aziende agricole, per affrontare tali sfide, devono adottare un approccio strutturato alla formazione del personale, collaborando con istituzioni, istituti di ricerca e aziende fornitrici di tecnologie (xFarm nel nostro caso), il che può facilitare l'accesso a competenze tecniche e all'innovazione continua. Inoltre, per affrontare le sfide organizzative, potrebbe essere necessario adottare un approccio graduale all'implementazione delle tecnologie e comunicare in modo chiaro gli obiettivi ed i benefici legati all'adozione delle stesse. Invece, per affrontare il problema relativo ai costi, le imprese agricole dovrebbero informarsi circa i sussidi governativi specifici per l'adozione delle tecnologie.

In questa circostanza, il ruolo del manager è fondamentale: infatti, attraverso una chiara visione strategica, una gestione efficace del cambiamento, un investimento in formazione e sviluppo delle competenze, ed infine con una pianificazione finanziaria mirata, il manager può aiutare l'impresa a superare le sfide legate all'implementazione delle tecnologie e a massimizzare i benefici derivanti dalla trasformazione tecnologica. Tuttavia, fondamentale è anche il ruolo dei policy maker nel facilitare la transizione tecnologica delle imprese. Per esempio, le istituzioni, offrendo sussidi e sovvenzioni per l'adozione di soluzioni digitali e incentivi fiscali per l'acquisto delle stesse, aiutano a ridurre il carico finanziario delle imprese oltre che a stimolare gli investimenti. Oppure, possono finanziare programmi di formazione per i lavoratori del settore agricolo, o promuovere partenariati pubblico-privati che svolgono attività di consulenza e supporto tecnico alle imprese, per migliorare l'efficienza del settore primario. I policy maker, inoltre, attraverso lo sviluppo di un sistema di normative e protocolli comuni per l'utilizzo delle tecnologie digitali, aiuterebbero le imprese a ridurre i problemi burocratici, facilitando l'adozione delle stesse.



## CONCLUSIONI

Alla luce dei temi trattati all'interno della tesi, è doveroso sottolineare l'urgenza e l'importanza per le imprese di adottare pratiche sostenibili, dato che i cambiamenti climatici stanno mettendo seriamente a rischio la salute del pianeta. Infatti, l'adozione di pratiche sostenibili all'interno dei processi produttivi non solo è essenziale per preservare gli ecosistemi ma lo è anche per garantire un futuro sostenibile e vivibile per le prossime generazioni. Le numerose tecnologie 4.0, rappresentano degli strumenti fondamentali per raggiungere tali obiettivi, rendendo le imprese agricole più competitive in un mondo in cui la sostenibilità diviene sempre più importante e al centro delle discussioni. Tuttavia, se il ruolo delle imprese è fondamentale per plasmare il futuro del nostro pianeta, lo è ancora di più quello delle istituzioni, che hanno il compito di guidare le imprese verso il cambiamento e di creare le condizioni favorevoli affinché si possano adottare al meglio le pratiche sostenibili. Inoltre, il ruolo dei cittadini e dei consumatori è altrettanto importante. Infatti, i cittadini, attuando scelte di consumo sostenibili, hanno il potere di influenzare il mercato; inoltre, sostenendo iniziative e politiche che promuovono la sostenibilità, i cittadini creano una pressione positiva nei confronti delle imprese e dei governi, "costringendoli" ad adottare misure più rigorose per il rispetto dell'ambiente.

Fondamentale quindi, è l'approccio collaborativo tra governi, imprese, istituzioni e comunità scientifica, per promuovere la transizione digitale. In tal senso, diversi sono gli ambiti di ricerca e di azione. Innanzitutto, occorre che la ricerca futura esplori nuovi metodi per superare le barriere che limitano l'adozione delle tecnologie. I governi dovrebbero poi accompagnare la transizione digitale delle imprese attraverso politiche di incentivazione e promuovere una condivisione di conoscenze tra tutti gli attori coinvolti nella filiera agroalimentare. Inoltre, per perfezionare ulteriormente le decisioni politiche, è fondamentale che negli anni vengano implementati sistemi di valutazione e di monitoraggio per misurare realmente gli impatti delle tecnologie 4.0 sull'ambiente. Solamente con i presupposti elencati finora, si potranno mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici e dare una svolta al futuro.

## **BIBLIOGRAFIA**

Commissione delle comunità europee, 2001, *Libro verde: “Promuovere un quadro europeo per la sostenibilità sociale delle imprese”*. Ufficio delle Pubblicazioni dell'Unione Europea.

Commissione Europea, Direzione generale della Salute e della sicurezza alimentare, 2020, *COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI: Una strategia "Dal produttore al consumatore" per un sistema alimentare giusto, sano e rispettoso dell'ambiente*. Ufficio delle Pubblicazioni dell'Unione Europea.

Confindustria, 2023, *Esportare la dolce vita. Bello e ben fatto: il potenziale del made in Italy nel panorama internazionale, Rapporto 2023*. Confindustria Servizi

Osservatorio Smart AgriFood, 2021-2022, *L'innovazione digitale per la tracciabilità alimentare: il punto di vista dei consumatori italiani*.

Osservatorio Smart Agrifood, 2021, *I trend del mercato dell'Agricoltura 4.0 in Italia*.

Parlamento europeo (2023), *Economia circolare: “definizione, importanza e vantaggi”*. Ufficio delle Pubblicazioni dell'Unione Europea.

Robert K., Yin, 2009, *Case Study Research: Design and Methods, fourth edition*. SAGE Publications

The Natural Step, 2000, *The Natural Step Framework*. Stanford University

World Commission on Environment and Development, 1987, *Our Common Future*