

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale
Percorso Gestione dell'Innovazione e Imprenditorialità



Tesi di Laurea Magistrale

**Innovazione nel vigneto:
Analisi delle tecnologie agricole, delle
dinamiche di diffusione e sviluppo di un
modello di business per la
commercializzazione**

Relatore

Candidato

Prof.ssa Francesca MONTAGNA Michele CAIZZA

A. A. 2023/2024

Abstract

Nel contesto dinamico e in continua evoluzione dell'industria vitivinicola odierna, questo lavoro esplora la storia e i mutamenti della viticoltura con uno sguardo particolare al contesto italiano. Si analizzano le trasformazioni culturali e architettoniche nel vigneto nel corso del tempo. Un focus di rilievo è dedicato all'evoluzione tecnologica, in particolare, alle soluzioni innovative per la coltivazione della vite tenendo conto della sostenibilità e dell'efficienza produttiva.

Attraverso l'utilizzo di modelli e strumenti analitici, vengono esaminate le dinamiche evolutive del settore, prospettando le tendenze future di diffusione. Lo studio presenta, inoltre, un modello di business di una possibile start-up specializzata nella commercializzazione di tecnologie agricole, evidenziando l'ottimizzazione operativa, l'uso sostenibile delle risorse e le sfide di mercato, fornendo insight cruciali per la gestione delle dinamiche evolutive nel settore vitivinicolo.

Sommario

Il presente lavoro tesi si propone di esplorare in modo approfondito la storia e l'evoluzione della viticoltura, analizzando il suo significato simbolico nel contesto del vino dalle antiche civiltà fino ai giorni nostri. Nel primo capitolo, attraverso un viaggio temporale che abbraccia diverse epoche e civiltà, si indaga il ruolo della viticoltura nella società e nella cultura, con un'attenzione particolare all'importanza del settore vitivinicolo in Italia.

In parallelo, si esamina l'evoluzione dell'architettura dei vigneti nel corso del tempo, evidenziando le trasformazioni e le innovazioni che hanno plasmato il paesaggio viticolo. Il secondo capitolo si concentra sulla costante evoluzione tecnologica nel settore vitivinicolo, motivata dalla necessità di aumentare la sostenibilità ambientale e ottimizzare l'efficienza produttiva. Vengono presentate soluzioni innovative per i processi di coltivazione della vite, con un focus sul panorama italiano attuale e futuro. Il terzo capitolo approfondisce le tecnologie emergenti presentate nel capitolo precedente, esaminando il contesto tecnologico, economico e socio-culturale. Attraverso strumenti analitici come l'Analisi PESTEL, i paradigmi tecnologici, e modelli come quelli di Henderson e Clark, Rogers e Abernathy e Utterback, si rivelano le dinamiche che influenzano l'evoluzione tecnologica nel settore vitivinicolo. Questa analisi mira a fornire una prospettiva chiara sulle tecnologie emergenti, prevedendo le dinamiche di diffusione future. Il quarto capitolo rappresenta un'analisi del modello di business di una start-up orientata alla commercializzazione delle tecnologie agricole nel settore vitivinicolo. Si esaminano le soluzioni tecnologiche come punto di partenza per migliorare l'efficienza operativa, ottimizzare le risorse e promuovere la sostenibilità ambientale.

Attraverso l'applicazione del modello di Porter e l'analisi del mercato, si delineano le sfide e le opportunità per la diffusione delle tecnologie agricole in questo specifico settore. In sintesi, la tesi offre una panoramica completa che integra elementi storici, culturali e tecnologici, fornendo una comprensione approfondita dell'importanza della viticoltura nel contesto contemporaneo e delineando le prospettive future attraverso l'analisi delle tecnologie emergenti e il modello di business di una start-up nel settore vitivinicolo.

Indice

Abstract	ii
Elenco delle figure	IX
1 Stato dell'arte del settore vitivinicolo	1
1.1 Il vino e la vitivinicoltura nella storia	2
1.2 L'importanza del settore vitivinicolo nel mondo	3
1.3 L'importanza del settore vitivinicolo in Italia	4
1.3.1 Esportazioni Italiane	5
1.4 L'architettura del vigneto in Italia	6
1.5 Fattori di interesse per un vigneto	12
1.5.1 Consumo idrico	12
1.5.2 Consumo energetico	13
1.5.3 Emissioni CO2 assorbita dalle piante	14
1.5.4 Struttura e modalità di allevamento	15
1.5.5 Gradazione zuccherina	23
1.5.6 Terreno	24
1.5.7 Correlazioni fattori di interesse-fattori impattanti	25
2 Tecnologie emergenti nel settore	26
2.1 Presentazione tecnologie	26
2.2 Modello lineare dei processi innovativi	66
2.3 Competenze tecnologiche	68
2.4 Attori principali nel settore	72
2.4.1 I principali attori industriali	72
2.4.2 I principali attori tra gli organi pubblici	77
3 Analisi delle tecnologie e delle dinamiche di diffusione	80
3.1 Analisi PESTEL	81
3.1.1 Analisi Politica	81
3.1.2 Analisi Economica	83

3.1.3	Analisi sociale	84
3.1.4	Analisi tecnologica	85
3.1.5	Analisi ambientale	85
3.1.6	Analisi normativa	86
3.2	Paradigmi tecnologici	96
3.3	Modello di Henderson & Clark	102
3.4	Analisi delle innovazioni “disruptive”	107
3.5	Curve a S	111
3.5.1	Curva a S per la tecnologia tradizionale	112
3.5.2	Curva a S per le tecnologie emergenti	115
3.5.3	Confronto tra le curve	118
3.6	Analisi delle correlazioni	126
3.7	Modello di Bass	128
3.7.1	Stima dell’anno di picco diffusione	130
3.8	Modello di Rogers & Moore	131
3.8.1	Processo di diffusione	139
3.9	Modello di Abernathy & Utterback	141
3.9.1	Analisi delle Performance	143
3.9.2	Analisi delle vendite	143
3.9.3	Analisi dei brevetti	146
3.9.4	Analisi delle aziende nel settore	147
3.10	Dinamiche dell’evoluzione: Effetto Lock-in	148
4	Idea di start-up	150
4.1	Modello di Porter	151
4.2	Introduzione al Business Model e sviluppo BMC	155
4.3	Proposta di Valore	157
4.4	Segmento di Clientela	161
4.4.1	Analisi primaria: Aziende vitivinicole	161
4.4.2	Analisi secondaria: Aziende agricole	163
4.5	Canali di Distribuzione	164
4.6	Relazioni con i Clienti	165
4.7	Risorse Chiave	166
4.8	Attività Chiave	167
4.9	Partnership Chiave	168
4.10	Flussi di Ricavi	169
4.10.1	Strategia iniziale di pricing	169
4.10.2	Analisi TAM, SAM, SOM	170
4.11	Struttura dei Costi	172
4.12	Previsioni economiche per il primo anno	174

Elenco delle figure

1.1	Principali mercati di destinazione del vino italiano [2]	6
1.2	Testucchio toscano dopo la potatura [5]	8
1.3	Sistemi di allevamento Bellussi [6]	9
1.4	Struttura a Tendone	10
1.5	Struttura a spalliera	10
1.6	Viticoltura con ciliegi nel Veronese[7]	11
1.7	Viticoltura nelle terre del Barolo[8]	11
1.8	Allevamento a cordone speronato	16
1.9	Legatura fogliare nel cordone speronato	16
1.10	Allevamento nel cordone libero	17
1.11	Allevamento a GDC	18
1.12	Allevamento a Guyot	19
1.13	Legatura fogliare nel Guyot	19
1.14	Allevamento a Sylvoz	20
1.15	Struttura a pergola semplice	21
1.16	Struttura pergola a tendone	22
1.17	Allevamento a tendone	23
1.18	Tabella delle correlazioni fattori di interesse-fattori impattanti	25
2.1	Composizione suolo[10]	27
2.2	Molecola d'acqua[10]	27
2.3	Effetto del campo magnetico sul suolo[10]	28
2.4	Dati di umidità del suolo e potenziale idrico nel tempo[10]	29
2.5	Specifiche tecniche Teros12 [10]	30
2.6	Specifiche tecniche Teros21 [10]	31
2.7	Specifiche tecniche Data Logger ZL6 [10]	32
2.8	Schema spettrale PAR[15]	35
2.9	Nodo meteo iFarming[18]	36
2.10	Specifiche tecniche nodo meteo iFarming[18]	37
2.11	Modelli di difesa di Agriculus[19]	38
2.12	Drone esarotore Nimbus[20]	39

2.13 Drone che spruzza soluzione fisanitaria	39
2.14 Box fissa Nimbus[20]	40
2.15 Box integrata ad un furgone Nimbus[20]	40
2.16 Interno Box Nimbus[20]	41
2.17 Funzionamento di un sistema LiDAR[21]	42
2.18 Nuvola di punti misurata tramite un sensore LiDAR[21]	42
2.19 Interno Box Nimbus[20]	43
2.20 Immagine rilevata da sensore iperspettrale[23]	45
2.21 Landset-9 nello spazio[24]	46
2.22 Sentinel-2 nello spazio[26]	46
2.23 Campo da immagine satellitare[27]	47
2.24 Vigneto con impianto agrivoltaico	48
2.25 Funzionamento pannello solare[28]	49
2.26 Differenza eolico orizzontale-verticale	50
2.27 Microturbine eolico Eneo[29]	50
2.28 Sistema gestionale iFarming[18]	51
2.29 Dashboard dati sensori[18]	52
2.30 Grafici parametri[18]	52
2.31 Storico parametri[18]	53
2.32 Warning parametri[18]	53
2.33 Settaggio parametri[18]	54
2.34 Interfaccia utente app[18]	54
2.35 Interfaccia utente app 2[18]	55
2.36 Biotipi resistenti sviluppati dai Vivai Rauscedo[33]	56
2.37 Tecnica CRISPR/Cas9[35]	57
2.38 Tecnica TALEN[37]	58
2.39 Tecnica ZFN[38]	58
2.40 Differenza Base Editing - CRISP/Cas9[38]	59
2.41 Tecnica Prime Editing[40]	59
2.42 Differenza CRISPRi e CRISPRa - CRISP/Cas9[42]	60
2.43 Cavo in fibra ottica[46]	62
2.44 Funzionamento sensore in fibra ottica[47]	62
2.45 Sensore in fibra ottica applicato al pomodoro[48]	64
2.46 Sensore in fibra ottica applicato alla pianta di zuccina[48]	64
2.47 Nomenclatura tecnologie	65
2.48 Dati per identificazione fase del modello lineare dell'innovazione	67
2.49 Modello lineare dell'innovazione sviluppato	68
2.50 Tabella correlazione Competenze-Tecnologie	71
2.51 Tabella correlazione Competenze-Attori	76
2.52 Centri di ricerca trasversali CREA[55]	77
2.53 Centri di ricerca di filiera CREA[55]	78

3.1	Stime consumi ambientali dal 2006 al 2023	86
3.2	Schema di paradigma tecnologico	97
3.3	Schema di paradigma tecnologico per sensoristica	98
3.4	Schema di paradigma tecnologico per droni	99
3.5	Schema di paradigma tecnologico per imaging satellitare	99
3.6	Schema di paradigma tecnologico per pannelli solari	100
3.7	Schema di paradigma tecnologico per microturbine eoliche	100
3.8	Schema di paradigma tecnologico per software gestionali	101
3.9	Schema di paradigma tecnologico per varietà resistenti	101
3.10	Modello teorico di Henderson & Clark	102
3.11	Applicazione del modello di Henderson & Clark	107
3.12	Christensen Effect[60]	109
3.13	Tecnologia emergente-tradizionale	112
3.14	Performance tradizionale/Tempo	113
3.15	Performance tradizionale/Costo della tecnologia	114
3.16	Impatto Indicatore-Tecnologie	115
3.17	<i>Sx</i> : Performance Irrigazione Mirata/ <i>Dx</i> : Performance Sensori meteo/Tempo	115
3.18	<i>Sx</i> : Performance Modelli di difesa/Tempo <i>Dx</i> : Performance Teleca- mere per imaging/Tempo	116
3.19	<i>Sx</i> : Performance Droni per trattamenti/Tempo <i>Dx</i> : Performance Imaging satellitare/Tempo	116
3.20	<i>Sx</i> : Performance Droni per imaging/Tempo <i>Dx</i> : Performance Soft- ware gestionali/Tempo	117
3.21	<i>Sx</i> : Performance Ibridi resistenti/Tempo <i>Dx</i> : Performance Genome editing/Tempo	117
3.22	Performance Pannelli solari/Tempo	118
3.23	Confronto Tecnologia tradizionale-Irrigazione Mirata	119
3.24	Confronto Tecnologia tradizionale-Sensori meteo	119
3.25	Confronto Tecnologia tradizionale-Pannelli solari-Microturbine eoliche	120
3.26	Confronto Tecnologia tradizionale-altre tecnologie emergenti	120
3.27	Stima ammortamento tecnologie emergenti	121
3.28	Stima ammortamento tecnologia tradizionale	122
3.29	<i>Sx</i> : Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Irrigazione mirata <i>Dx</i> : Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Sensori meteo	123
3.30	<i>Sx</i> : Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Modelli di difesa <i>Dx</i> : Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Droni per trattamenti . . .	123
3.31	<i>Sx</i> : Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Droni per imaging <i>Dx</i> : Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Imaging satellitare	124
3.32	<i>Sx</i> : Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Software gestionale <i>Dx</i> : Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Pannelli solari	124

3.33	<i>Sx</i> : Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Microturbine eoliche <i>Dx</i> : Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Ibridi resistenti	125
3.34	Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Genome editing	125
3.35	Correlazioni Fattori impattanti-tecnologie emergenti	126
3.36	Grado di correlazione-Valore numerico	127
3.37	Correlazioni tra le performance delle tecnologie	127
3.38	Sommatoria Righe-Colonne	128
3.39	Schema di diffusione sviluppato tramite il modello di Bass	130
3.40	Curva del modello di Rogers & Moore[61]	131
3.41	Processo di diffusione a confronto con il modello di Rogers e Moore[62]	140
3.42	Applicazione del modello di Rogers e Moore	141
3.43	Rappresentazione dei grafici del modello di Abernathy e Utterback[64]	143
3.44	144
3.45	Andamento della superficie vitata in Italia dal 1993 al 2021	144
3.46	Stima di vendita delle tecnologie emergenti dal 2019 al 2023	145
3.47	Numero di brevetti depositati in Italia nel settore vitivinicolo dal 1975 al 2023	146
3.48	Numero di aziende operanti nel settore	147
4.1	Schema sviluppato del modello di Porter	151
4.2	BMC sviluppato per la start-up in esame	157
4.3	Tecnologia emergente-tradizionale	158
4.4	Censimento ISTAT 2021 aziende agricole	163
4.5	Dimensionamento del mercato	172
4.6	Previsione di Conto Economico 2025	174

Capitolo 1

Stato dell'arte del settore vitivinicolo

Il presente capitolo esplora la ricca storia della viticoltura, analizzando il suo valore simbolico nel contesto del vino dalle prime tracce nelle antiche civiltà fino ai giorni nostri. Attraverso un viaggio temporale che abbraccia dalle popolazioni mesopotamiche, passando per l'epoca classica, fino all'attualità, si indagherà il ruolo nella società e nella cultura del vino della viticoltura. Successivamente, si approfondirà l'importanza della viticoltura sia a livello globale che, più specificamente, in Italia, mettendo in evidenza l'importanza che questo settore riveste nell'economia e nella cultura del Paese.

Parallelamente, si esplorerà l'evoluzione dell'architettura dei vigneti nel corso del tempo, evidenziando le trasformazioni e le innovazioni che hanno plasmato il paesaggio viticolo. Questa analisi permetterà di comprendere il legame tra la pratica agricola e l'ambiente circostante, fornendo un quadro completo delle influenze culturali e tecniche che hanno modellato il vigneto nel corso dei secoli.

Nell'ambito della viticoltura contemporanea, saranno esaminati i molteplici fattori d'interesse che influenzano la gestione e la sostenibilità del vigneto. Particolare attenzione sarà dedicata ai consumi idrico ed energetico, considerati aspetti critici nella moderna viticoltura in termini di efficienza e sostenibilità ambientale. Inoltre, si esploreranno le attuali modalità di allevamento della vite.

Questo capitolo si propone di offrire una panoramica completa, integrando elementi storici, culturali e tecnologici, per comprendere appieno l'importanza della viticoltura nel contesto contemporaneo e fornire una base per comprendere la possibile evoluzione tecnologica descritta nei capitoli successivi.

1.1 Il vino e la vitivinicoltura nella storia

La storia del vino è un'affascinante odissea che attraversa millenni di avventure, amori, passioni e connessioni umane che si snoda nell'antichità, attraverso epoche e civiltà diverse, intrecciandosi con la vita sociale, religiosa ed economica di tutte le società umane.

Il vino, da semplice bevanda, si è trasformato in un patrimonio culturale condiviso, un simbolo di festa, piacere e connessione con la natura. La sua storia, intrisa di miti e leggende, inizia nelle nebulose profondità del passato e continua a evolversi nel mondo moderno, influenzando la vita di milioni di persone. Le sue radici affondano nei recessi della preistoria, eppure la sua scoperta è avvolta in un alone di mistero.

La Bibbia colloca Noè come il primo coltivatore di viti dopo il Diluvio Universale, mentre i Greci attribuivano al dio Dioniso, noto anche come Bacco per i Romani, il merito di essere il fondatore del vino. Tuttavia, la sua invenzione potrebbe risalire a tempi ancora più remoti, quando le prime comunità mesopotamiche, più di 10.000 anni fa, sperimentarono forse per la prima volta la fermentazione alcolica. L'ipotesi più plausibile e affascinante è che alcune uve siano state dimenticate in contenitori aperti o buche nella terra, dando vita al processo di fermentazione naturale e al primo prototipo di vino.

Le tracce più antiche di uve destinate alla produzione di vino risalgono a circa 7.000 anni fa nella regione del Caucaso, comprendente le attuali Georgia, Armenia e Azerbaigian. Gli archeologi hanno scoperto antichi frammenti di recipienti utilizzati per produrre vino in questa zona, considerata la "madre dell'uva" e, di conseguenza, del vino.

Gli Egizi, mostravano una conoscenza avanzata della viticoltura e della vinificazione. I loro vigneti crescevano lungo le rive del fiume, e sono stati rinvenuti torchi per estrarre l'uva e recipienti sigillati con resina per conservare il vino, che oltre a essere una bevanda di piacere, aveva anche un ruolo importante nei rituali religiosi.

Con l'avvento dei Greci e dei Romani, il vino assunse un ruolo sempre più centrale nelle società antiche. In Grecia, il vino era considerato parte integrante della vita sociale e religiosa. Il dio Dioniso, spesso raffigurato con grappoli d'uva o calici di vino, era il protagonista delle "Dionisie", feste in suo onore dove il vino fluiva abbondante. I Simposi, banchetti dove i partecipanti discutevano, cantavano e intrattenevano con vari spettacoli, vedevano come protagonista il vino diluito con acqua attraverso un rituale simbolico. I Greci contribuirono anche allo sviluppo delle tecniche di vinificazione, come l'affinamento in anfora.

I Romani, eredi delle tradizioni greche, portarono il vino a nuovi livelli di diffusione e produzione. L'Impero Romano fu pioniere nella coltivazione della vite in nuove terre, espandendo la viticoltura nel bacino mediterraneo. Il vino era una bevanda onnipresente nella vita quotidiana, consumato da tutte le classi sociali e la sua

importanza crebbe ulteriormente con l'avvento del Cristianesimo, poiché il vino divenne un simbolo centrale nella liturgia cristiana, rappresentando il sangue di Cristo.

Il periodo del Medioevo vide i monaci all'interno dei monasteri dedicarsi con zelo alla coltivazione della vite e alla vinificazione. Fu un periodo di raffinamento delle tecniche e di sperimentazioni. Fu durante questo periodo che un Monaco, Dom Perignon, diede vita al primo spumante. I monaci contribuirono anche all'introduzione dell'invecchiamento del vino in botti, migliorando la qualità e la conservazione. Emergono le prime importanti zone vinicole come la Borgogna, Bordeaux, Champagne, la Rioja o il Chianti.

Il vino, oltre a essere una bevanda di piacere, assumeva un ruolo multifunzionale. Alcuni vini erano considerati potenti digestivi, mentre altri avevano la reputazione di alleviare dolori. Con l'avvento del Rinascimento e delle esplorazioni geografiche, il vino si diffuse in tutto il mondo. Le nuove rotte commerciali portarono il vino in terre lontane, diventando una merce di scambio e un elemento distintivo delle diverse culture.

Nel corso dei secoli successivi, il vino ha continuato a evolversi, affrontando cambiamenti sociali, politici ed economici. Nel mondo moderno, il vino è diventato un settore estremamente diversificato, con una varietà di stili produttivi, regioni vinicole emergenti e filosofie di pensiero. Nuove tecnologie hanno rivoluzionato la produzione, garantendo una gamma sempre più ampia di vini sul mercato.

La cultura del vino è un ponte tra passato e presente, una connessione con le radici della civiltà umana. L'ascesa di consumatori sempre più curiosi ha portato a un'esplorazione continua di nuove frontiere vinicole. Attraverso il vino, si assapora non solo il frutto dell'arte vinicola, ma si abbraccia anche un pezzo di storia, una narrazione millenaria che ha resistito alle prove del tempo.

1.2 L'importanza del settore vitivinicolo nel mondo

Nel 2021, la produzione mondiale di vino, secondo i dati dell'OIV, si è attestata a 260 milioni di ettolitri, registrando un leggero calo dello 1,1% rispetto al 2020. Questo segna il terzo anno consecutivo con volumi al di sotto della media degli ultimi dieci anni, principalmente a causa della contrazione dei quantitativi in alcuni dei principali produttori europei. Mentre l'Unione Europea detiene ancora la leadership nella produzione di vino con una quota del 59,1%, i Paesi del Nuovo Mondo stanno progressivamente avanzando, riducendo l'incidenza europea dal 71% nel 2000 al 47,3% nel 2021.

Le prime tre posizioni tra i maggiori produttori mondiali sono occupate da Francia, Italia e Spagna, che insieme rappresentano il 47,3% della produzione totale. Nel

2021, l'Italia si è posizionata al primo posto con una variazione positiva del 2%, superando i 50 milioni di ettolitri. Al contrario, Francia e Spagna hanno registrato cali rispettivamente del 19,5% e del 14%. Fuori dall'UE, Australia e Cile mostrano forti crescite, insieme a un notevole boom del Brasile (+60%).

Passando ai consumi, nel 2021 il consumo mondiale di vino è stato di 236 milioni di ettolitri, con un aumento dello 0,7% rispetto al 2020. Gli Stati Uniti sono i principali consumatori con 33,1 milioni di ettolitri, seguiti da Francia e Italia. I consumi pro-capite vedono i Paesi dell'area mediterranea in testa, con i francesi che consumano 53,7 litri pro-capite, seguiti dai portoghesi e dagli italiani.

L'internazionalizzazione del mercato del vino è in crescita, con le esportazioni che superano il 47%. Nel 2021, il mercato mondiale del vino raggiunge un valore di circa 245 miliardi di euro, con previsioni di crescita superiore al 4% annuo fino al 2025. Per quanto riguarda gli scambi mondiali, le esportazioni crescono del 4,4% in volume e del 15,5% in valore nel 2021, con la Francia in testa per valore, seguita dall'Italia e dalla Spagna.

1.3 L'importanza del settore vitivinicolo in Italia

L'Italia mantiene una posizione di rilievo nel contesto mondiale del settore vinicolo. Il mercato della vitivinicoltura in Italia è un settore estremamente importante e consolidato, con oltre **636.000 ettari di vigneti**, per un totale di **255 mila aziende vitivinicole**, secondo l'ISTAT.

L'Italia è uno dei principali produttori di vino al mondo, con una produzione di 50,3 milioni di ettolitri di vino prodotto nel 2022. Questa vasta estensione territoriale riflette la diversità delle regioni vinicole italiane, ciascuna con caratteristiche uniche di terreno e clima che influenzano la produzione di uva e la tipologia di vino prodotto. Secondo l'ultimo censimento Istat, la regione della Puglia presenta il maggior numero di imprese, totalizzando 36 mila, seguita dalla Sicilia con 30 mila e dal Veneto con 27 mila aziende. Nel contesto viticolo, si nota che, nonostante il numero inferiore di aziende, soprattutto al Nord, la dimensione media delle proprietà è più ampia. Nel dettaglio, la superficie media della vigna nella zona settentrionale è di 3,4 ettari, superiore alla media nazionale di 2,5 ettari (rispetto a 0,9 nel 2000 e 1,6 dieci anni dopo). Secondo l'Unione Italiana Vini (UIV), il numero complessivo di aziende viticole rappresenta il 23% del totale delle imprese agricole censite da Istat, che ammontano a circa 1,1 milioni, considerando l'incidenza del settore vinicolo sul totale delle imprese agricole, il Trentino si posiziona al primo posto con un impatto del 43%, seguito dal Veneto al 32%, e dalla Toscana e dall'Emilia-Romagna entrambe al 31%. Al di sopra della media nazionale si collocano anche Friuli-Venezia Giulia, Abruzzo, Campania, Umbria e Marche.

Il censimento dei dati dell'agricoltura ISTAT al 30/06/2021 permette di fare alcune

considerazioni:

in Italia sono attivi 636mila ettari di vigneto nel 2021, quasi 4000 in più di quelli rilevati nel 2010. viste le evidenze del passato si tratta del primo censimento in cui questo dato non cala, inoltre come vediamo dal grafico iniziale, la geografia del vino sta cambiando con un evidente spostamento del baricentro verso il Nord, soprattutto il Nord-Est guidato dalla crescita esponenziale dei vini spumanti degli ultimi anni. Quindi, negli ultimi 10-11 anni, si è registrato un incremento di circa 35mila ettari al Nord, che arriva a 269mila ettari e un calo di 30mila al Centro-Sud che scende a 367mila.

Facendo invece un rapido confronto con le altre nazioni europee: tra il 2015 ed il 2021, il vigneto italiano è cresciuto del 5,25%, attestandosi a 635.952 ettari. La Spagna, che ha la maggior superficie vitata d'Europa con 944.478 ettari, ha perso il -1,48% in 5 anni, la Francia, invece, seconda per superficie con 813.505 ettari, è cresciuta di appena lo 0,96%.

In termini di consumi, l'Italia si piazza al terzo posto a livello mondiale, con un consumo di 24,2 milioni di ettolitri, preceduta dagli Stati Uniti (33,1 milioni) e dalla Francia (25,2 milioni). Per quanto riguarda i consumi pro-capite, l'Italia si posiziona al terzo posto con una media di 40,3 litri, seguendo la Francia (53,7 litri) e il Portogallo (50,3 litri).

1.3.1 Esportazioni Italiane

Nel campo del commercio mondiale, l'Italia si conferma come il secondo esportatore di vino nel 2021, con quantitativi pari a 22,2 milioni di ettolitri, evidenziando una crescita del 7,3% rispetto al 2020. Questo si traduce in un giro d'affari di 7,1 miliardi di euro, con una crescita del 12,5%. Francia e Spagna occupano le altre due posizioni del podio: la Francia detiene il primato nel valore del vino esportato, con 11,1 miliardi di euro (+26,8% sul 2020), mentre la Spagna si conferma leader in quantità, con 23 milioni di ettolitri esportati, registrando un aumento del 14%. L'Italia continua a svolgere un ruolo chiave nel mercato globale del vino, consolidando la sua posizione nei vertici della produzione, dei consumi e degli scambi internazionali.

Nel 2021, il 60,1% del valore delle esportazioni italiane è stato destinato al continente europeo, evidenziando una crescita del 9% rispetto al 2020. Una parte significativa, pari al 31,3%, è stata indirizzata verso il mercato americano, registrando un notevole aumento del 16,7% rispetto all'anno precedente. Il mercato asiatico ha rappresentato il 7,1% delle esportazioni totali, con una crescita del 22,5%, mentre l'Oceania ha ricevuto l'1,2% delle esportazioni, mostrando un incremento del 16,4%. L'Africa ha registrato l'incremento maggiore, con una crescita del 70,7%, sebbene

rappresenti solo lo 0,3% delle vendite oltreconfine.

Nel dettaglio delle destinazioni, circa un quarto del totale delle esportazioni italiane è confluito in Germania, con una leggera crescita del 0,6% rispetto al 2020. Gli Stati Uniti si posizionano al primo posto nella classifica a valore, con una crescita a doppia cifra del 18,4% in termini di valore e del 16,% in volume. Il Regno Unito occupa la terza posizione, contribuendo con quote che si avvicinano al 10% dell'export complessivo. La diversificazione delle destinazioni delle esportazioni italiane riflette una presenza consolidata sui mercati globali, evidenziando una notevole crescita soprattutto in Nord America e Asia nel 2021.

[1]

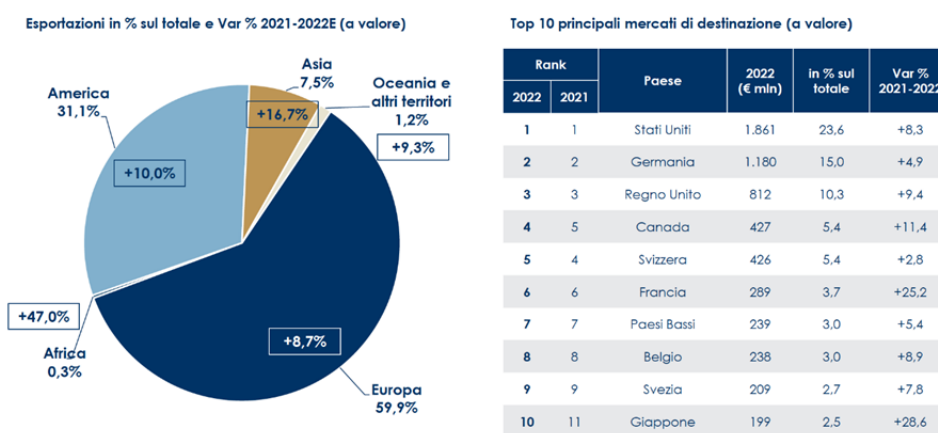


Figura 1.1: Principali mercati di destinazione del vino italiano [2]

1.4 L'architettura del vigneto in Italia

Il vigneto costituisce una tessitura legata ai valori distintivi del concetto di "terroir" che rappresenta una complessa rete di fattori che conferiscono alle uve e ai vini prodotti una specificità unica legata al territorio. "La vite è influenzata dalla differenza del suolo più di ogni altro albero da frutta..."[3], questo concetto va oltre la mera geografia, includendo anche aspetti climatici, geologici, agronomici e culturali. L'analisi storica degli insediamenti viticoli in Italia fornisce un contesto fondamentale per comprendere come queste influenze si siano evolute nel tempo, mantenendo al contempo una connessione con le forme di coltivazione ancestrali ancora presenti.

Le attuali architetture dei vigneti, oggetto di attenta quantificazione e valutazione, sottolineano i diversi paradigmi presenti nelle singole aree viticole. L'attenzione alle tendenze delle forme di allevamento, motivata dalle peculiarità pedoclimatiche,

dai radicamenti varietali e dalle combinazioni di fattori produttivi, contribuisce a una visione completa della viticoltura italiana contemporanea.

Nel panorama vitivinicolo italiano, l'importanza delle radici della vite va oltre l'aspetto botanico, simboleggiando un profondo attaccamento al territorio e alla storia umana, la cui connessione simbiotica costituisce solo l'inizio di una serie complessa di legami che coinvolgono l'uomo, l'ambiente circostante, la cultura gastronomica, la società e la storia, inclusa l'eredità delle conoscenze ancestrali. L'analisi della viticoltura attiva in Italia evidenzia la presenza diffusa di piccoli vigneti, spesso gestiti da viticoltori con una media di poco più di due ettari. Infatti si nota che il 27.3% della superficie vitata che supera i dieci ettari coinvolge solo il 3.1% delle aziende. L'architettura del vigneto emerge dunque come un elemento fondamentale nella definizione dell'imprinting territoriale, ma è anche dettato dall'evoluzione della società che ha portato a condensare diversi elementi tecnici come il riassetto dei parametri produttivi, la distanza tra filari, tra piante e le diverse forme di allevamento, il costo del lavoro e le strutture produttive e commerciali.

Il presente lavoro si propone di fornire una visione esemplare del "Vigneto Italia" attraverso un'analisi ponderata della sua architettura e dell'evoluzione storica. Ci si rifà all'analisi sviluppata da La viticoltura si è radicata in specifiche aree, tradizionalmente adatte alla coltivazione, dando vita a processi produttivi che, in sinergia con sistemi di relazioni sociali e istituzionali, conferiscono al territorio solidità economica, motivazione e stimolo per lo sviluppo del settore[4].

Le viticolture italiane possono essere suddivise in diverse tipologie:

a) Viticoltura atavica: Attualmente marginale, questa forma di coltivazione si trova sia nelle aree di abbandono del vigneto e si possono individuare esemplari "archeologici" come il Testucchio, una forma di allevamento risalente agli Etruschi, ancora presente in Toscana, dove alberi di olmo o acero sostengono la vite, la Canocchia nel Lazio e gli Alberelli del sud Italia, già presenti nella Magna Grecia. Questa viticoltura, spesso residuo del passato promiscuo che dominava il paesaggio italiano fino al 1950 con oltre 3 milioni di ettari, è considerata un documento di architettura ed arte. Non solo è parte integrante della storia vitivinicola, ma rappresenta anche una forma di gratificazione edonistica, utilizzando materiali coltivati in loco come i vimini per legare tronchi e tralci. Tuttavia, questi metodi sono destinati all'abbandono a causa del cambio generazionale e dei nuovi stili di vita non più orientati all'autoconsumo.

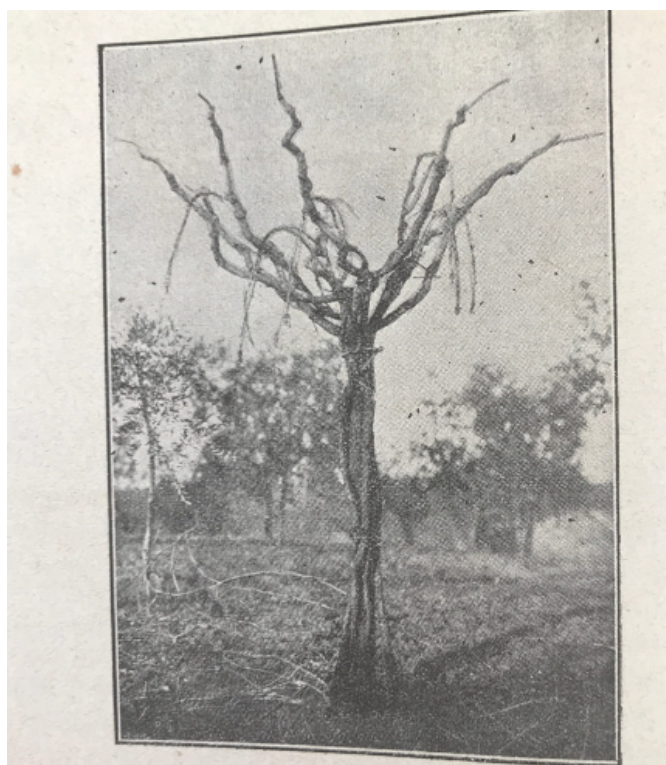


Figura 1.2: Testucchio toscano dopo la potatura [5]

b) Viticoltura della frattura storica: sono impianti che testimoniano la prima trasformazione dalla viticoltura promiscua a quella specializzata. Questi vigneti sono il risultato degli incentivi FEOGA e rappresentano la frattura storica degli anni 1965-1974. Questa trasformazione può essere considerata una vera e propria rivoluzione, poiché ha portato a un cambiamento radicale nelle forme e nei metodi di coltivazione precedenti.

L'architettura del periodo è rappresentata dalle forme espanse della vite sorrette da pali in cemento vibrato. Esempi significativi di questa epoca si trovano nei vigneti delle Marche, immersi in cereali e erbai medicinali, o in Toscana, simili a isole in un mare boschivo, e in generale nel centro Italia. Questi vigneti hanno una limitata estensione e stanno gradualmente cadendo in disuso, specialmente dove le cooperative di trasformazione e commercializzazione smettono di operare. Si sta verificando un rinnovamento solo nelle aziende con cantina propria, che sono orientate alla produzione di qualità.

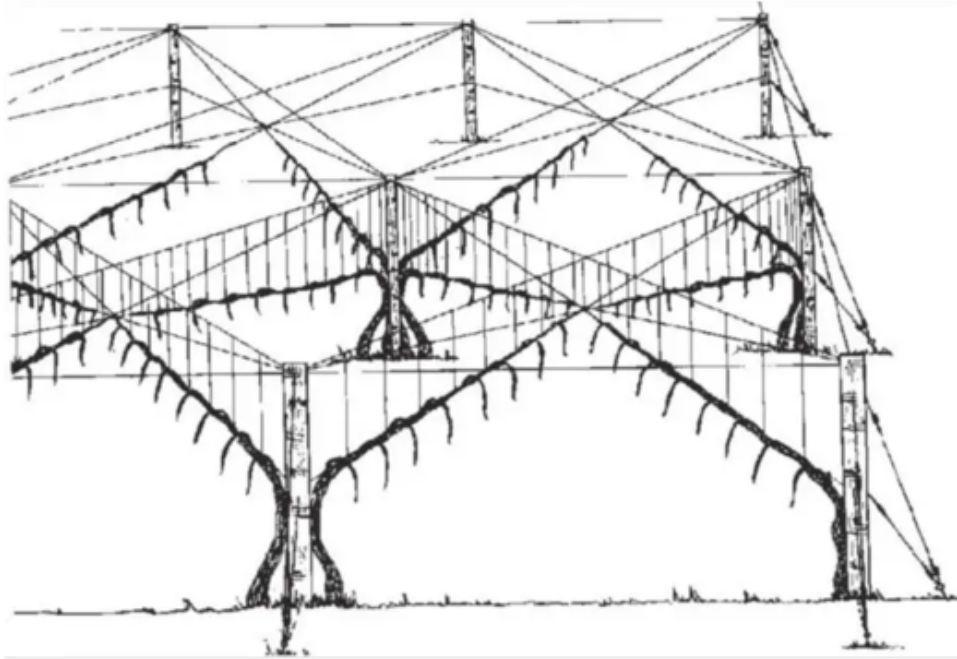


Figura 1.3: Sistemi di allevamento Bellussi [6]

c) Viticoltura esplorativa: è un approccio dinamico e flessibile alla coltivazione della vite, caratterizzato da continue variazioni nelle varietà di uva, forme di allevamento.

Sono forme di allevamento espanse per commodities questo modello trova spesso applicazione in aree irrigue, come nel nord della Puglia, dove il sistema di allevamento a Tendone mantiene la sua validità agronomica e in regioni come la Sicilia, si assiste a una transizione a sistemi più moderni come le Spalliere, con l'obiettivo di aumentare le produzioni e migliorare l'accesso al mercato. La viticoltura esplorativa si distingue per la sua propensione al cambiamento, adattandosi prontamente alle richieste del mercato, alle preferenze dei consumatori e alle dinamiche dell'industria vinicola, cercando di massimizzare la resa e l'adattabilità commerciale.



Figura 1.4: Struttura a Tendone



Figura 1.5: Struttura a spalliera

d) Vigneti eterni: Parallelamente al costante processo di evoluzione e ricerca di innovazione nel settore vitivinicolo, esiste un percorso di consolidamento, radicando sempre più i valori del territorio, le varietà di uve, i sestri e le forme di allevamento storiche. Queste zone si distinguono per la visibile disetaneità delle viti, con la sostituzione solo dei ceppi morti anziché la rinnovazione degli appezzamenti, spesso infatti si osserva la coesistenza di altre specie arboree, come i ciliegi a Verona. Queste viticolture incarnano il concetto di "terroir" e traggono vantaggio da valenze di immagine. Le forme di allevamento adottate sono il Guyot in Piemonte, la Pergola Veronese nel Veneto e il Tendone in Abruzzo-Molise.



Figura 1.6: Viticoltura con ciliegi nel Veronese[7]

e) Viticoltura icona: comprendono realtà estreme per vini di affermazione centenaria, quali il Barolo, la viticoltura della Valtellina o per vini bandiera con marchio aziendale.



Figura 1.7: Viticoltura nelle terre del Barolo[8]

1.5 Fattori di interesse per un vigneto

La coltivazione della vite, come visto emerge come un intricato connubio tra diversi fattori che hanno costantemente plasmato l'architettura dei vigneti nel corso della storia, partendo dagli etruschi e giungendo ai giorni attuali. Ad oggi è possibile però l'identificazione di fattori oggettivi che apre la porta ad un'analisi più approfondita e mirata, consentendo di isolare e comprendere in maniera più dettagliata le influenze chiave. Questi elementi, che spaziano dalle caratteristiche pedoclimatiche alle varietà di uve, dalle pratiche di allevamento alla disposizione dei vigneti, possono essere ora soggetti a un esame più attento. Questo processo analitico offre l'opportunità di ottimizzare l'architettura del vigneto, non solo preservando le radici delle tradizioni vitivinicole, ma anche adattando e perfezionando le pratiche colturali alla luce delle conoscenze contemporanee. In questo modo, si può non solo garantire la sostenibilità delle vigne, ma anche elevare la qualità delle uve prodotte, contribuendo a una gestione più consapevole ed efficiente delle risorse viticole. I fattori di interesse identificati e approfonditi in questo studio sono i seguenti:

1.5.1 Consumo idrico

L'acqua gioca un ruolo cruciale nel determinare la qualità e la quantità dell'uva prodotta. Il consumo idrico è influenzato da vari fattori, tra cui il ciclo di crescita della vite e le condizioni ambientali.

Durante la fase di brotazione, che coincide con il germogliamento delle viti in primavera, è necessaria una quantità significativa di acqua per sostenere la crescita dei nuovi germogli e delle foglie.

La fioritura e la fruttificazione rappresentano un'altra fase critica: l'acqua è necessaria per favorire una corretta impollinazione e lo sviluppo dei frutti e una carenza idrica in questa fase potrebbe compromettere la formazione dei grappoli d'uva, influenzando negativamente la resa e la qualità dell'uva. Durante la maturazione, che avviene in estate, le viti richiedono una fornitura costante di acqua per supportare lo sviluppo ottimale del sapore, del colore e dello zucchero nell'uva. Il bilanciamento dell'irrigazione è cruciale per garantire la maturazione uniforme e la qualità desiderata delle uve.

La variabilità del consumo idrico è influenzata da diversi fattori:

- *Radiazione solare*: l'intensità è proporzionale alla quantità di acqua che le foglie rilasciano attraverso gli stomi, aumentando con l'aumento dell'irraggiamento.
- *Ventosità*: La presenza di vento, specialmente quando è secco, contribuisce a un aumento della traspirazione da parte delle piante.

- *Umidità relativa:* La perdita di acqua da parte della pianta è accentuata in condizioni di minore umidità relativa.
- *Dimensioni della chioma:* Un ampliamento della superficie fogliare della chioma incrementa la quantità giornaliera di acqua traspirata, stimata tra 1-1,5 litri per metro quadrato.
- *Sistema di allevamento:* Alcuni sistemi di allevamento, come il tendone, agevolano la dispersione di acqua.
- *Esposizione e inclinazione:* L'esposizione diretta al sole e l'inclinazione del terreno influenzano positivamente la traspirazione, indicando che impianti a rittochino comportano una maggiore perdita di acqua
- *Inerbimento del suolo:* L'inerbimento del suolo, incentivato sempre più attraverso finanziamenti pubblici, emerge come un elemento rilevante nel consumo complessivo di acqua nel contesto viticolo.

Le aziende vitivinicole personalizzano le loro strategie di irrigazione in base a queste variabili, cercando di ottimizzare l'uso dell'acqua in modo sostenibile e in un contesto di crescente attenzione alla sostenibilità, stanno adottando pratiche che mirano a ridurre il consumo idrico e a preservare le risorse idriche.

L'adeguata quantità d'acqua da somministrare è il corrispettivo di 8-10 mm di pioggia in terreni pesanti; su un vigneto con 4.000 viti/ha corrisponde a 20-25 litri per pianta al giorno. Su terreni sabbiosi l'acqua distribuita sarà circa la metà ma a intervalli più frequenti.

1.5.2 Consumo energetico

Il consumo energetico associato alla coltivazione della vite è un processo che coinvolge diverse fasi, ognuna delle quali contribuisce all'impiego complessivo di energia. Le attività sono la preparazione del terreno che coinvolge l'utilizzo di macchinari pesanti come trattori per arare e livellare il suolo; l'irrigazione che richiede l'energia per la pompatura e la distribuzione dell'acqua; la gestione del vigneto, che include operazioni come potatura, concimazione e controllo delle malattie e dei parassiti, comporta l'uso di macchinari agricoli e l'applicazione di prodotti chimici.

Il consumo energetico nel settore della produzione vinicola nell'Unione Europea si attesta a circa 1.750 milioni di kWh all'anno. In Italia e in Francia, il consumo energetico si aggira intorno a 500 milioni di kWh ciascuno, mentre in Spagna si attesta a circa 400 milioni di kWh e in Portogallo a 75 milioni di kWh (dati stimati da ICEX nel 2012)[9].

L'elettricità rappresenta la principale fonte di energia impiegata nel processo di

coltivazione, contribuendo per oltre il 90% del consumo totale. Le risorse fossili, come il gasolio e altri carburanti simili, vengono utilizzate principalmente come carburante per i mezzi agricoli, ma costituiscono meno del 10% del consumo complessivo di energia. In alcune realtà, si fa ricorso esclusivamente all'elettricità, impiegata per i motori elettrici di impianti come pompe o presse, l'illuminazione, la refrigerazione durante vari processi, e altri dispositivi.

Sebbene il consumo medio di elettricità in una cantina tipica sia intorno a 11 kWh/hl, va notato che una percentuale significativa, pari al 45%, dell'energia viene consumata nei processi di fermentazione, soprattutto da parte dei sistemi di rinfrescamento nelle vasche di fermentazione.

La quota parte di consumo elettrico destinato alla coltivazione della vite è circa il 5% del totale, dunque pari a circa 0,55 kWh/hl per ettaro di vigneto.

1.5.3 Emissioni CO₂ assorbita dalle piante

A livello globale, il settore vitivinicolo contribuisce al 0,3% delle emissioni annue di gas serra di origine antropica, corrispondente al 2% circa del totale proveniente dal settore agricolo, il quale rappresenta a sua volta il 14% del totale delle emissioni. Si può comunque affermare che l'industria vinicola contribuisce in misura limitata alle emissioni di CO₂.

Nel 2020, l'Organizzazione Internazionale della Vigna e del Vino (OIV) ha formulato principi per una valutazione del ciclo di vita (LCA) al fine di valutare l'impronta ambientale complessiva della produzione di vino. I vigneti assorbono il carbonio atmosferico nelle parti vegetative della vite, con una quantità totale combinata fino a 0,8-0,9 tonnellate di carbonio per ettaro. Anche se attualmente non è obbligatorio per le aziende vinicole essere neutre dal punto di vista del carbonio, la pressione normativa e la consapevolezza dei produttori hanno spinto alcuni a intraprendere azioni per migliorare le loro credenziali ambientali.

Dopo aver valutato l'impronta di carbonio, la neutralità carbonica può essere raggiunta in due modi: la decarbonizzazione, riducendo le emissioni con l'adozione di nuove tecnologie o l'acquisto di energia rinnovabile, e la compensazione delle emissioni attraverso progetti di abbattimento del carbonio. Attualmente, manca un quadro normativo completo per monitorare i progressi verso la neutralità carbonica, ma il settore vinicolo è già coinvolto e nei prossimi decenni tutti saranno interessati da una nuova "economia del carbonio". La forma esatta di questa economia non è ancora definita, ma la pianificazione e l'implementazione attenta di adeguamenti nel settore ridurranno sicuramente l'impatto delle sfide future.

1.5.4 Struttura e modalità di allevamento

Le più comuni forme di allevamento sono classificabili come segue:

- Meccanizzabili: Guyot, Cordone speronato, Casarsa;
- Non meccanizzabili: Tendone, Alberello;
- A potatura corta: Alberello, Cordone speronato;
- A potatura mista: Guyot, Casarsa;
- A potatura lunga: Sylvoz, GDC, Pergola, Tendone

Si riportano alcune modalità di allevamento tra quelle elencate, nel dettaglio:

1. Impianto A Cordone Speronato

Il cordone speronato è un sistema di allevamento della vite che durante la potatura invernale seleziona 5, 7 germogli ben lignificati e posizionati da cui si ricaveranno altrettanti speroni a due, tre gemme. È facilmente gestibile e indicato per terreni mediamente asciutti e con varietà fertili a produzione basale. È un sistema di potatura corta e per le sue caratteristiche peculiari permette di ottenere un impianto a fittezza regolare, garantire un buon equilibrio della produzione, una buona esposizione delle foglie e la possibilità di meccanizzare la potatura verde e la vendemmia. Tra le altre caratteristiche del Cordone speronato, anche la possibilità di eliminare la legatura della vite dopo la vendemmia.

La struttura è data da una palificazione robusta con coppie di fili mobili per permettere il convogliamento dei germogli e quindi della vegetazione verso l'alto e garantire la corretta esposizione dei grappoli.



Figura 1.8: Allevamento a cordone speronato



Figura 1.9: Legatura fogliare nel cordone speronato

2. Impianto A Cordone Libero

Il Cordone libero è un sistema di allevamento della vite utilizzato per potature che richiedono un'elevata meccanizzazione. Questo cordone è formato da un unico filo permanente speronato posto orizzontalmente a misure variabili tra i 120 e i 150 cm da terra. I germogli degli speroni, non essendo legati da fili di sostegno, crescono verso l'alto per poi ricadere verso il basso a causa del peso dell'uva. Durante la potatura si selezioneranno gli speroni della parte dorsale

del cordone che sono disposti verso l'alto per facilitare la potatura meccanica e favorire la produzione della pianta. La gestione dell'impianto a Cordone libero permette una procedura di allevamento più semplice e meno costosa perché l'impianto sarà costituito da un solo filo e dai sostegni. Il risparmio di costi rispetto al Cordone speronato è notevole e con una certa semplicità di gestione. La palificazione è di conseguenza corta con il peso della struttura concentrato sulla parte superiore dei pali.



Figura 1.10: Allevamento nel cordone libero

- 3. Allevamento a Gdc** Il GDC è una forma di allevamento della vite, detta anche Doppia cortina, che si rifà alla Cortina semplice. Consente di meccanizzare completamente le operazioni di potatura e di vendemmia e si adatta a piante con gemme basali molto fertili e con varietà erette. Per la sua caratteristica di sdoppiamento laterale dei cordoni uviferi, l'esposizione dei grappoli è perfetta e si garantisce una produzione molto elevata essendo doppio il carico di gemme. Per una corretta gestione viene effettuata l'operazione cosiddetta di pettinatura che consiste nel "pettinare" i tralci verso l'esterno per lasciare lo spazio interno libero per la meccanizzazione della potatura e il soleggiamento durante l'estate. La struttura è molto robusta e prevede l'utilizzo di pergole mobili che la vendemmia che avviene per scuotimento verticale.



Figura 1.11: Allevamento a GDC

4. Allevamento a Guyot

La potatura a Guyot è un sistema di allevamento del vigneto di tipo misto o lungo che conserva, tralci di media lunghezza ed un certo numero di gemme su un ceppo alto tra gli 80 ed i 100 centimetri. Il tralcio a frutto è quello che nella potatura a Guyot, tagliato a 6, 12 gemme, permetterà la maturazione dei frutti dell'annata in corso, lo sperone intermedio su cui vengono lasciate due gemme, detto capo a legno, darà vita a due tralci, uno sarà il tralcio a frutto dell'anno successivo ed il secondo genererà il nuovo sperone.

È una forma di allevamento molto diffusa in collina e dove si hanno varietà con fertilità nelle gemme intermedie. La potatura a Guyot è quella che è sempre stata considerata la più difficile da meccanizzare per via delle necessità di definire manualmente le lunghezze dei tralci e la localizzazione delle gemme. Tuttavia permette un maggiore controllo della qualità delle uve e permette la selezione dei tralci.

La struttura è data da una palificazione standard con fili di sostegno e di supporto e contenimento della vegetazione. In molti casi il capo a frutto viene capovolto e legato sul filo inferiore.



Figura 1.12: Allevamento a Guyot



Figura 1.13: Legatura fogliare nel Guyot

5. Allevamento a Sylvoz

Il sistema Sylvoz, maggiormente impiegato in Veneto deriva dal Casarsa, diffuso nella viticoltura del Friuli e si trova per lo più nelle coltivazioni freddo-umide della pianura. La diffusione di questi sistemi di allevamento diversi tra loro si deve alla necessità di meccanizzare sempre più totalmente le operazioni di potatura, ma anche quelle della vendemmia, al fine di ridurre i costi di gestione

delle colture. Il Casarsa ha permesso di realizzare una sensibile diminuzione dei costi di gestione, vista la semplicità strutturale con cui la pianta viene coltivata. Si tratta di allevamenti estensivi con le viti distanti tra loro e lunghi tralci liberi. Le produzioni sono notevoli, ma la meccanizzazione è complicata. Per questo motivo la variante del Sylvoz è molto utilizzata, in quanto i capi a frutto sono piegati e fissati nel filo inferiore. Normalmente il cordone permanente viene pulito e si lasciano 2 o 3 gemme per il capo a frutto per l'anno successivo.



Figura 1.14: Allevamento a Sylvoz

6. Allevamento a pergola

La Pergola è un sistema di allevamento adatto a terreni fertili e dotati di una buona disponibilità idrica. Tale metodo di allevamento era utilizzato anche nei secoli passati ma poi si è evoluto fino a diventare quello che abbiamo descritto, creato, cioè, con diverse metodologie che sono legate alle esigenze produttive del territorio in cui vengono applicate. Ecco perché si parla, spesso, di sistemi a pergole, perché, di fatto, sono più di uno. I vantaggi delle pergole sono il raggiungimento di un buon equilibrio vegeto-produttivo della pianta ed una buona esposizione solare che favorisce la messa in produzione. Gli svantaggi di questi metodi di allevamento sono legati all'alta resa produttiva che spesso non coincide con la resa qualitativa, specie quando viene lasciato un eccessivo numero di gemme. Il tronco, nel sistema a Pergola, ha un'altezza di 1,6 -1,9 metri dove si impalcano i capi a frutto con 8-12 gemme per vite. Nelle zone collinari le distanze dell'impianto sulla fila devono essere di 0,8 -1 metro; le distanze tra le file devono essere comprese tra 3 e 4 metri. Questi

valori raddoppiano nelle zone pianeggianti, dove si usano le pergole doppie. La densità dell'impianto sarà di 2400 -5000 piante per ettaro, dunque si tratta di sistemi per impianti a densità elevata. Molto elevata è anche la carica di gemme che oscilla tra 80 e 120 mila. Un dato che comporta il vantaggio di un'elevata produzione ed il rischio di una qualità non troppo elevata. Seguono a scopo esemplificativo due tra le molteplici tipologie esistenti:

Pergola Semplice

Questo sistema permette di portare la vegetazione solo in un lato della parete produttiva. La definizione di Semplice, nell'allevamento a Pergola, avviene anche durante la fase di potatura secca, cioè invernale che si esegue durante la fase di riposo vegetativo della pianta. Nella Pergola Semplice con tre capi a frutto, i tralci di riserva vengono potati a due gemme; il tralcio superiore allo sperone di riserva viene utilizzato come capo a frutto, a 5- 6 gemme; i tralci della parte superiore vengono completamente eliminati. La Pergola Semplice è usata nelle zone collinari o di montagna dove le pendenze piuttosto elevate richiedono una struttura semplice che sfrutti al massimo l'esposizione solare.

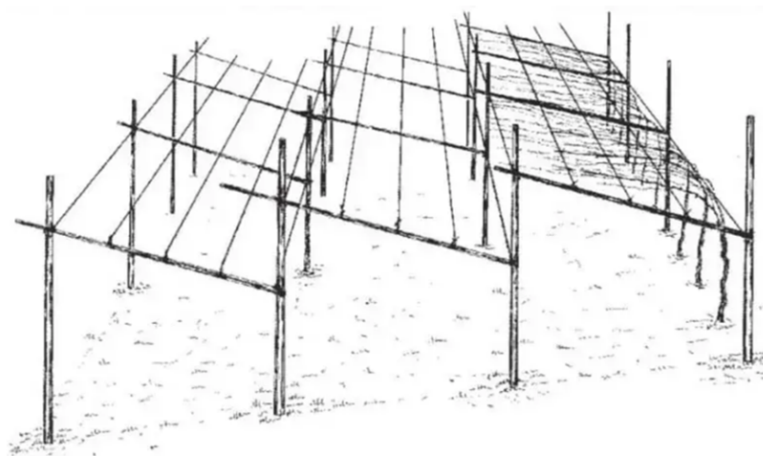


Figura 1.15: Struttura a pergola semplice

Pergola a tendone

La pergola a tendone si caratterizza per l'elevata produttività della pianta di vite. Per questo motivo, secondo i disciplinari di produzione, è da impiegarsi solo per l'uva da tavola. Questo tipo di coltivazione della vite viene usato nelle regioni calde, in Italia è molto presente in regioni quali: Lazio, Puglia, Sicilia, Molise. All'estero è fortemente adottata in Spagna e Argentina. Nell'allevamento a tendone la caratteristica saliente è la netta separazione

tra la zona vegetativa e quella produttiva. In pratica, in questa forma di allevamento la vegetazione si trova al di sopra della pergola, mentre i grappoli sono sotto, dove maturano al riparo dall'irraggiamento solare. Nella fase fenologica di produzione, la vite a tendone è alta 1,8-2,20 m.

Dalla vite dipartono a croce in posizione orizzontale 4 capi a frutto di 8-10 gemme ciascuno. Bisogna fare in modo di costituire una copertura continua su tutto il terreno, facendo appoggiare la pianta su una trama di fili di ferro sostenuta dai pali tutori.

Il sesto d'impianto più utilizzato è quello di 2,50 X 2,50 m, con una densità di 1.600 piante per ettaro.

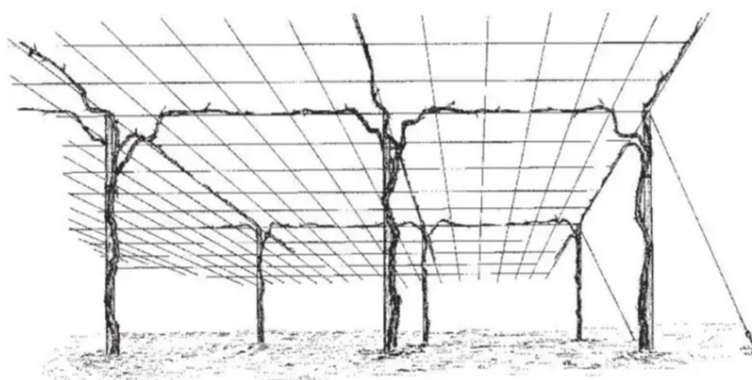


Figura 1.16: Struttura pergola a tendone

7. Allevamento a tendone

Il tendone è una forma di allevamento diffusa soprattutto nel centro-sud Italia, caratterizzato da elevata produzione per ceppo. Richiede abbondante irrigazione per soddisfare il notevole sviluppo della vegetazione e il carico produttivo. La vite è alta circa due metri, dalla sommità partono quattro capi a frutto stesi orizzontalmente su un sostegno di fili e pali disposti a raggera. Le distanze di impianto variano da 4×4 m a 2×2 m a seconda del terreno. Vengono utilizzati pali ad angolo ai vertici dell'appezzamento, pali perimetrali molto robusti per sorreggere la rete di fili sulla quale si svilupperà la vegetazione e pali intermedi posti accanto a ogni vite.



Figura 1.17: Allevamento a tendone

1.5.5 Gradazione zuccherina

La gradazione zuccherina dell'uva rappresenta la quantità di zuccheri contenuta nei grappoli d'uva. Questo parametro influisce direttamente sulla composizione chimica delle uve e, di conseguenza, sulle caratteristiche organolettiche del vino prodotto.

La gradazione zuccherina viene espressa in gradi Brix, Babo, Oechsle, o in grammi di zucchero per litro di mosto, a seconda delle convenzioni locali. Questa misura riflette la concentrazione di zuccheri presenti nel mosto, ovvero il liquido ottenuto dalla pigiatura dell'uva prima della fermentazione. Durante la maturazione dell'uva, la fotosintesi nella pianta converte l'energia solare in zuccheri attraverso il processo di fotosintesi. La quantità di zuccheri accumulata dipende da vari fattori:

- *Varietà dell'uva:* Diverse varietà di uva hanno caratteristiche chimiche e fisiologiche uniche che influenzano la quantità di zuccheri accumulate durante la maturazione. Alcune varietà sono naturalmente più ricche di zuccheri rispetto ad altre.
- *Terroir:* Il terroir, che rappresenta le caratteristiche ambientali di un determinato luogo di coltivazione, gioca un ruolo cruciale. La combinazione di suolo, clima, altitudine e esposizione al sole può influenzare la capacità dell'uva di accumulare zuccheri.
- *Condizioni climatiche:* Le condizioni meteorologiche durante la stagione di crescita, in particolare la temperatura e l'umidità, hanno un impatto diretto

sulla maturazione dell'uva. Le temperature più elevate solitamente accelerano il processo di maturazione e aumentano la concentrazione di zuccheri.

- *Gestione agronomica*: Le pratiche agronomiche, come la potatura, la gestione dell'irrigazione e la densità di impianto, possono influenzare la maturazione delle uve e, di conseguenza, la gradazione zuccherina. La gestione ottimale del vigneto può essere determinante per ottenere uve di qualità.
- *Momento della vendemmia*: La decisione sul momento della vendemmia è fondamentale per ottenere il livello desiderato di gradazione zuccherina. Una vendemmia troppo precoce o troppo tardiva può influenzare negativamente la composizione del mosto.

Il monitoraggio della gradazione zuccherina è essenziale per determinare il momento ottimale per la vendemmia, poiché influenza direttamente il contenuto di zucchero nel mosto e il livello ottimale è compreso tra i 15 e i 25 gradi *Brix*.

1.5.6 Terreno

Non tutti i tipi di suolo sono idonei per la coltivazione della vite, e le diverse varietà di vite richiedono terreni con caratteristiche specifiche. Il suolo svolge un ruolo fondamentale come riserva di acqua e sali minerali essenziali per la vita della pianta. Contrariamente a quanto si potrebbe pensare, la vite prospera meglio in terreni meno fertili. Inoltre, lo stesso ceppo di vite produce uve con attributi distinti quando coltivato in suoli con caratteristiche differenti. Le radici delle viti assorbono le sostanze nutritive che influenzano il profilo del vino dallo strato di terreno coltivabile sopra il suolo, la cui composizione geologica è determinata dalla conformazione della zona.

Le caratteristiche del terreno per la coltivazione della vite riguardano principalmente il drenaggio, che evita che la pianta rimanga a lungo in contatto con l'acqua e i sali minerali presenti nel suolo. Pertanto, la definizione del terreno si basa su due aspetti principali: la tessitura e la composizione chimica.

Per quanto riguarda la tessitura, che indica la proporzione percentuale di sabbia, limo e argilla, i terreni possono essere suddivisi in sabbiosi, argillosi e limosi. La sabbia, con particelle più grandi, rende il terreno permeabile e lavorabile, ma l'eccesso può causare problemi di fertilità. L'argilla, con particelle più piccole, trattiene acqua e sostanze nutritive, ma in eccesso può rendere il terreno compatto. Il limo ha caratteristiche intermedie, ma suoli con una quantità eccessiva di limo possono presentare sfide di fertilità fisica, meccanica e biologica.

I terreni agronomicamente ideali sono quelli che equilibrano le tre componenti, con un contenuto di argilla non superiore al 20-25%. Per quanto riguarda la composizione del terreno e la viticoltura, i terreni ideali per la coltivazione della

vite contengono prevalentemente calcare, marne, scisti e argille. Ogni tipo di suolo influisce sul vino in modo unico. Ad esempio, i terreni calcareo-marnosi conferiscono al vino colori intensi, profumi ricchi e una struttura equilibrata, mentre i terreni sabbiosi possono produrre vini con meno colore ma una buona acidità. La comprensione della composizione del terreno è essenziale per la produzione di uve di alta qualità e vini distintivi.

1.5.7 Correlazioni fattori di interesse-fattori impattanti

Alla luce dei fattori di interesse delineati, è stata condotta un'analisi delle correlazioni al fine di identificare i legami con i fattori impattanti che esercitano un'influenza diretta o sono strettamente connessi ai risultati. Le correlazioni individuate tra i Fattori di Interesse (Righe) e i Fattori Impattanti (Colonne) sono riportate di seguito.

	Peso Fattore Impattante	Peso Normalizzato	Clima	Metodo di coltivazione	Età del vigneto	Sistema di irrigazione	Attrezzature elettriche	Sistema di illuminazione riscaldamento	Dimensione del vigneto	Costo dell'energia	Varietà dell'uva	Tipologia di struttura dell'impianto	Rapporto Quantità/Qualità desiderata	Tipologia di vino da produrre	Momento della raccolta	Densità di piante/vettaro	Pratiche di vinificazione	Mezzi agricoli	Uso di fertilizzanti e pesticidi
Consumo Idrico	6	0,13	X	X	X	X			X							X			
Consumo Energetico	9	0,20	X	X	X	X	X	X	X	X						X			
Emissioni Di CO2	2	0,04																X	X
CO2 Assorbita Dalle Piante	3	0,07		X					X		X								
Struttura E Modalità Di Allevamento	4	0,09	X									X	X			X			
Gradazione Zuccherina	11	0,24	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X	X	X
Terreno	14	0,30	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X
Tot	49	1																	
Peso Fattore d'interesse	49		5	4	4	3	2	2	4	1	3	3	3	2	2	5	1	2	3
Peso Performance Normalizzato	1,00		0,10	0,08	0,08	0,06	0,04	0,04	0,08	0,02	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04	0,10	0,02	0,04	0,06

Figura 1.18: Tabella delle correlazioni fattori di interesse-fattori impattanti

Sulla base di questa analisi, è stato possibile assegnare pesi sia ai fattori impattanti che a quelli di interesse e successivamente, si è proceduto con la normalizzazione dei valori. I tre fattori maggiormente influenzati, e quindi maggiormente soggetti a variabilità e condizionamenti, sono emersi essere il terreno, il *consumo energetico* e la *gradazione zuccherina*.

Capitolo 2

Tecnologie emergenti nel settore

La costante evoluzione tecnologica coadiuvata dall'impellente necessità di aumentare la sostenibilità ambientale e di ottimizzare l'efficienza produttiva, ha spinto gli attori del mondo vitivinicolo a esplorare e in alcuni casi adottare, soluzioni innovative per i processi di coltivazione della vite. Le aree di innovazione affrontano molte sfide importanti per il settore vitivinicolo moderno, e le tecnologie offrono una vasta gamma di opportunità per l'ottimizzazione delle risorse, la gestione smart del vigneto e il miglioramento significativo del frutto prodotto e di conseguenza del vino. Questo studio si propone di esplorare ogni tecnologia, svelando i principi alla base che le governano e analizzando le proposte di implementazione avanzate dalle aziende leader del settore. Successivamente, delineando le competenze tecniche richieste per contribuire al suo sviluppo e successo si mira a offrire una panoramica completa delle abilità necessarie per partecipare in modo attivo alla creazione e all'avanzamento di queste soluzioni innovative. All'interno di questo capitolo, si esamina il panorama degli attori coinvolti in ciascuna tecnologia emergente, identificando le aziende chiave, le istituzioni e le figure di spicco che stanno guidando l'evoluzione e l'adozione di queste innovazioni.

2.1 Presentazione tecnologie

1. Tecnologia di irrigazione mirata tramite intelligenza artificiale e sensori di umidità del suolo:

è una soluzione tecnologica che rivoluziona l'attuale sistema di irrigazione diffuso, si mira a ottimizzare l'irrigazione della pianta concentrandola nei momenti di stress idrico o nei periodi richiesti per lo sviluppo ottimale della pianta e del frutto. Al

cuore di questo sistema vi sono i sensori di umidità del suolo, cioè dispositivi posizionati nel terreno in maniera strategica per monitorare la percentuale di umidità del campo. I sensori raccolgono in maniera continua dati che vengono poi catalogati da un sistema gestionale e possono essere anche visualizzati in tempo reale. I dati raccolti vengono elaborati da un algoritmo di intelligenza artificiale che applica delle logiche, modellizzate dai programmatori che tengono conto anche dell'umidità dell'aria, grazie alla centralina atmosferica (che viene descritta al punto 2) e permette di innescare il meccanismo automatico di irrigazione al raggiungimento di un valore critico di umidità e di disattivare il meccanismo al raggiungimento del valore soglia di umidità massima. Per umidità del suolo si intende la massa di acqua sulla massa totale del terreno considerando anche lo strato di aria presente nel terreno, le proporzioni medie sono rappresentate nell'immagine successiva:

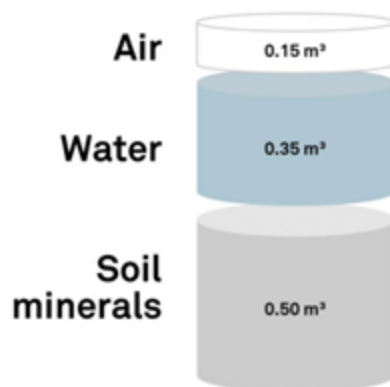


Figura 2.1: Composizione suolo[10]

I sensori di misurazione dell'umidità possono rifarsi a diverse metodologie, a puro scopo esemplificativo si riporta la soluzione sviluppata da Meter Group che utilizza la tecnologia di capacità. Si sfrutta la composizione della molecola d'acqua (H_2O), che è composta da un polo negativo con un atomo di ossigeno O^- e un polo positivo con due atomi di idrogeno H^+ :

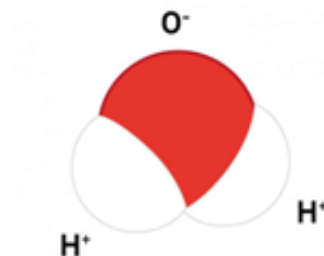


Figura 2.2: Molecola d'acqua[10]

Si applica dunque, un campo elettromagnetico nel suolo tramite due sonde di carica opposta, in tal modo si può misurare la capacità di immagazzinamento delle cariche della porzione di terreno tra le due sonde e la quantità le molecole d'acqua che si dispongono lungo le linee di campo. Nell'immagine successiva si riporta la rappresentazione dell'effetto ottenuto dal campo magnetico attivato dai sensori sulle molecole di acqua:

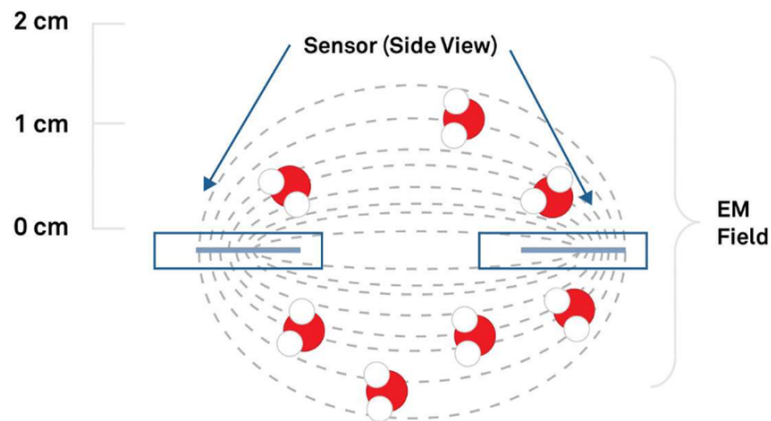


Figura 2.3: Effetto del campo magnetico sul suolo[10]

Un ulteriore output dei sensori è la possibilità di elaborare i dati raccolti in serie temporale, con cadenza di rilevamento personalizzabile, per comprendere al meglio l'andamento dell'umidità lungo tutto il processo di coltivazione, un report temporale di esempio è il seguente:

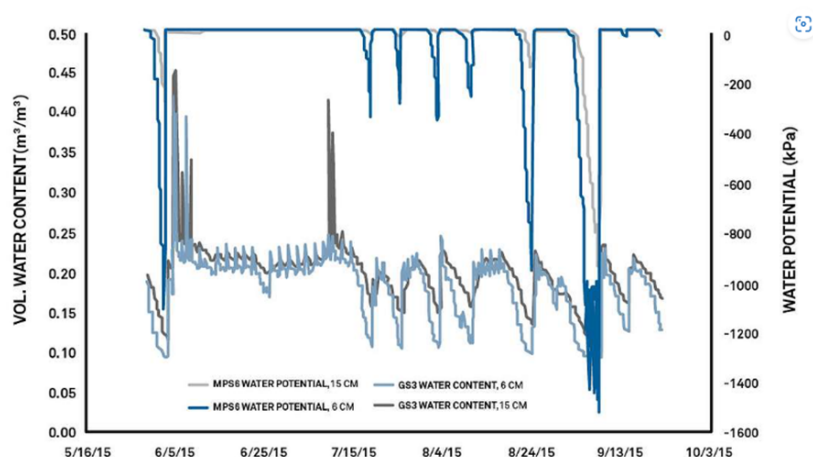


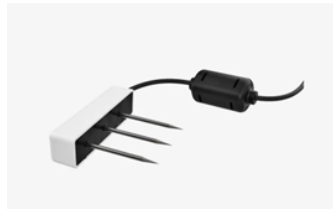
Figura 2.4: Dati di umidità del suolo e potenziale idrico nel tempo[10]

Il report riporta i dati rilevati sia dell'umidità del suolo (colonna sinistra del grafica) ma anche del potenziale idrico che è un'altra variabile utile per descrivere l'umidità del suolo, il potenziale idrico si compone di quattro addendi che sono: il potenziale osmotico, il potenziale gravitazionale, il potenziale di pressione e il potenziale matriciale; analiticamente può essere espresso dalla seguente equazione:

$$\psi = \psi_g + \psi_m + \psi_p + \psi_o$$

Il potenziale idrico, che può essere descritto anche come lo stato energetico del suolo, esprime quanto l'acqua sia legata alle superfici del terreno o possa essere diluita in soluti e quindi quanta energia è necessaria per estrarre l'acqua dal terreno, dunque quanto le piante riescano a prelevare acqua con più fatica. I prodotti proposti da Meter Group sono riportati nelle immagini seguenti e per ognuno sono riportate le specifiche tecniche:

Sensore di umidità del suolo TEROS 12



Volumetric Water Content	Range	<p>Calibrazione del suolo minerale: 0,00-0,70 m^3/m^3</p> <p>Calibrazione dei terreni senza terra: 0,0-1,0 m^3/m^3</p> <p>Permittività dielettrica apparente (ϵ_a): 1 (aria) a 80 (acqua)</p> <p>NOTA: L'intervallo VWC dipende dal prodotto su cui il sensore è calibrato. Una calibrazione personalizzata consente di ottenere gli intervalli necessari per la maggior parte dei substrati.</p>
	Resolution	0,0010 m^3/m^3
	Accuracy	<p>Taratura generica: $\pm 0,03 m^3/m^3$ ($\pm 3,00\%$ VWC) tipica dei terreni minerali con EC in soluzione $< 8.000 \mu S/cm$</p> <p>Calibrazione specifica del mezzo: $\pm 0,01-0,02 m^3/m^3$ in qualsiasi mezzo poroso</p> <p>Permittività dielettrica apparente (ϵ_a): 1-40 (intervallo del terreno), $\pm 1 \%$ (senza unità) 40-80, 15% della misura</p>
Physical Specifications	Dimensions	<p>Lunghezza: 9,4 cm (3,70 pollici)</p> <p>Larghezza: 2,4 cm (0,95 pollici)</p> <p>Altezza: 7,5 cm (2,95 pollici)</p>
	Needle Length	5,5 cm (2,17 pollici)
	Operating Temperature Range	<p>Minimo: $-40,00 \text{ }^\circ C$</p> <p>Tipico: NA</p> <p>Massimo: $60,00 \text{ }^\circ C$</p> <p>NOTA: I sensori possono essere utilizzati a temperature più elevate in determinate condizioni; per assistenza, contattare l'assistenza clienti.</p>
	Cable Length	<p>5 m (standard)</p> <p>75 m (lunghezza massima del cavo personalizzato)</p> <p>NOTA: Contattare l'assistenza clienti se è necessaria una lunghezza di cavo non standard.</p>
	Cable Diameter	0,165 $\pm 0,004$ in ($4,20 \pm 0,10$ mm) con camicia minima di 0,030 (0,760 mm)
	Connector Types	Connettore stereo o cavi spellati e stagnati
	Stereo Plug Connector Diameter	3,5 mm
Conductor Gauge	Filo di drenaggio 22-AWG / 24-AWG	
Measurement Specifications	Temperature	<p>Intervallo: Da -40 a $+60 \text{ }^\circ C$</p> <p>Risoluzione: $0,10 \text{ }^\circ C$</p> <p>Precisione: $\pm 0,5 \text{ }^\circ C$ da -40 a $0 \text{ }^\circ C$</p> <p>$\pm 0,3 \text{ }^\circ C$ da 0 a $+60 \text{ }^\circ C$</p>
	Dielectric Measurement Frequency	70 MHz
	Bulk Electrical Conductivity (EC)	<p>Intervallo: 0-20.000 $\mu S/cm$ (in massa)</p> <p>Risoluzione: 1 $\mu S/cm$</p> <p>Precisione: $\pm 1\%$ ($\pm 10 \mu S/cm$) da 0-10.000 $\mu S/cm$</p> <p>$\pm 8\%$ da 10.000-20.000 $\mu S/cm$</p>
	Measurement Volume	Vedi articolo di confronto
Communication Specifications	Output	Protocollo di comunicazione seriale DDI o SDI-12
	Data Logger Compatibility	I data logger METER ZL6, EM60 ed Em50 o qualsiasi sistema di acquisizione dati in grado di fornire alimentazione da 4,0 a 15 V CC e comunicazione seriale o SDI-12 Vedere la tabella di compatibilità

Figura 2.5: Specifiche tecniche TEROS12 [10]

Sensore del potenziale idrico TEROS 21



Measurement Specifications	Water Potential	<p>Intervallo: Da 0 a -100.000 kPa (da 1,70 a 6,00 pF)</p> <p>Risoluzione: 0 kPa</p> <p>Precisione: $\pm(10\%$ del valore letto + 2 kPa) da -100 a -5 kPa</p> <p>NOTA: il TEROS 21 Gen 2 può leggere fino a 0 kPa quando si trova su un percorso di bagnatura. L'ingresso dell'aria nel terreno limita le prestazioni del sensore a 0 kPa sulla curva di essiccazione.</p> <p>NOTA: il TEROS 21 non è ben calibrato oltre i -100 kPa. Per ulteriori informazioni sull'utilizzo del TEROS 21 al di fuori di questo intervallo, consultare la sezione 3.3.3 del manuale d'uso.</p>
	Temperature	<p>Intervallo: -40,00 – 60,00 °C</p> <p>Risoluzione: 0,10 °C</p> <p>Precisione: $\pm 1,00$ °C</p>
	Dielectric Measurement Frequency	70 MHz
Communication Specifications	Output	Protocollo di comunicazione seriale DDI o SDI-12
	Data Logger Compatibility	Data logger METER ZL6, EM60 ed Em50 o qualsiasi sistema di acquisizione dati in grado di fornire alimentazione da 3,6 a 15 V CC e comunicazione seriale o SDI-12.
Physical Specifications	Dimensions	<p>Lunghezza: 9,6 cm (3,8 pollici)</p> <p>Larghezza: 3,5 cm (1,4 pollici)</p> <p>Altezza: 1,5 cm (0,6 pollici)</p>
	Sensor Diameter	3,2 cm (1,3 pollici)
	Operating Temperature Range	<p>Minimo: -40,00 °C</p> <p>Massimo: 60,00 °C</p> <p>NOTA: in determinate condizioni, i sensori possono essere utilizzati a temperature più elevate; per assistenza, contattare l'Assistenza clienti.</p>
	Cable Length	<p>5 m (standard)</p> <p>75 m (lunghezza massima del cavo personalizzato)</p> <p>NOTA: Contattare l'assistenza clienti se è necessaria una lunghezza di cavo non standard.</p>
	Connector Types	Connettore stereo da 3,5 mm o fili spellati e stagnati

Figura 2.6: Specifiche tecniche TEROS21 [10]

Registratore di dati (Data logger) ZL6



Specifiche di comunicazione	Comunicazione informatica	Cavo USB standard, da USB A a micro-USB B
	Download da Internet	Crittografia SSL/TLS
	Comunicazione cellulare (ZL6 e ZL6 Pro)	<p>Specifiche 3G: Modulo cellulare UMTS 3G a 5 bande con fallback 2G</p> <p>Copertura 3G: AT&T e T-Mobile® negli Stati Uniti, 550+ operatori partner globali. Servizio di hosting cellulare e dati fornito da METER</p> <p>Specifiche 4G: cellulare 4G LTE-M e NB-IoT</p> <p>Copertura 4G: AT&T® e Sprint® o Verizon® negli Stati Uniti. Servizio di hosting cellulare e dati fornito da METER</p>
	Comunicazione mobile	Bluetooth 5.2 che supporta il protocollo Bluetooth Low Energy
	Comunicazione GPS	<p>Digitare: Ricevitore GPS/QZSS integrato a 56 canali</p> <p>Aggiornare: Giornaliero (automatico) e su richiesta (manuale)</p> <p>Precisione: ±3 m, con buona visuale del cielo</p>
Specifiche fisiche	Dimensioni	<p>Lunghezza: 14,9 cm (5,9 pollici)</p> <p>Larghezza: 6,3 cm (2,5 pollici)</p> <p>Altezza: 25,0 cm (9,9 pollici)</p>
	Materiale dell'involucro	Polimero resistente agli agenti atmosferici, agli urti e ai raggi UV
	Valutazione dell'involucro	IP56, NEMA 3R
	Accesso all'enclosure	Porta a battente con chiovi e occhiali per serratura o fascetta
	Porte di ingresso del sensore	6 (supporta sensori analogici, digitali o a impulsi METER)
	Tipo di porta del sensore	Connettore stereo da 3,5 mm
	Tipo di memoria	Flash non volatile, piena conservazione dei dati con perdita di potenza
	Archiviazione dei dati	8 MB (da 40.000 a 80.000+ record a seconda della configurazione)
	Capacità della batteria	6 batterie AA NIMH o alcaline
	Durata della batteria	<p>Alcalino: 3-12 mesi a seconda della configurazione</p> <p>NIMH: 3+ anni con vista libera del sole. Ricarica tramite raccolta di energia solare o USB</p>
Intervallo di temperatura di esercizio		Minima: -40 °C
		Massima: +60 °C

Figura 2.7: Specifiche tecniche Data Logger ZL6 [10]

2. Sensori di monitoraggio delle condizioni meteorologiche e della luce solare:

è un sistema avanzato volto a raccogliere dati circa le condizioni ambientali circostanti al sensore. I parametri importanti che devono essere rilevati sono: temperatura esterna, umidità dell'aria, precipitazioni, radiazione fotosinteticamente attiva (PAR), velocità e direzione del vento. Questi forniscono una panoramica completa sulle condizioni meteorologiche di una superficie complessiva di circa 5 ettari. Come visto per i sensori del suolo anche i sensori meteo rilevano continuamente dati che vengono poi catalogati da un sistema gestionale e possono essere anche visualizzati in tempo reale. Esistono diversi esempi di sensori meteo più o meno integrati. La misurazione della temperatura esterna e dell'umidità dell'aria può essere effettuata, tra le tante, con un sensore termoigrometro, composto da un sensore termico e uno igrometrico. La temperatura viene rilevata grazie alla termoresistenza, che sfrutta la variazione della sezione e della lunghezza di un filo metallico al variare della resistenza elettrica e dunque della resistività dei metalli al variare della temperatura. Rifacendosi al modello inventato da Sir William Siemens[11] nel 1871, date le seguenti definizioni:

T = Temperatura,

ρ_0 = Resistività del materiale alla temperatura T_0

$\rho(T)$ = Resistività del materiale alla temperatura

α = coefficiente che dipende dal materiale

L = lunghezza del conduttore

S = sezione del conduttore

R_0 = resistenza del materiale alla temperatura T_0

$R/R(T)$ = resistenza del materiale alla temperatura

si consideri l'equazione lineare:

$$\rho(T) = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

Si può utilizzare la relazione che mette in relazione resistenza elettrica e resistività:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

si ottiene:

$$R(T) = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

Da quest'ultima relazione si dimostra la relazione fisica tra temperatura e resistenza elettrica che sta alla base della misurazione, i materiali con un coefficiente α elevato possono essere definiti termistori, in quanto sono resistori molto sensibili alle variazioni termiche. Il sensore igrometro è costituito da due elettrodi disposti a pettine, per aumentare il più possibile l'area di contatto tra loro, sopra questi viene depositato un materiale non metallico a bassa resistività che assorbe l'umidità dell'aria circostante, ciò porta ad una variazione della resistenza elettrica del materiale stesso, questa variazione viene captata dagli elettrodi e dopo essere stata quantificata permette la conversione in valore dell'umidità. Il principio di base che permette la conversione della variazione di resistenza a variazione di umidità è la relazione inversamente proporzionale che esiste tra la resistenza e umidità nei materiali non metallici. Un ulteriore sensore dell'umidità è un sensore di bagnatura fogliare che rileva la presenza di condensa sulle foglie, il sensore viene posto a 45° simulando il comportamento termodinamico della foglia riuscendo ad eliminare l'umidità in eccesso. Il principio di funzionamento è analogo a quello del sensore igrometro, la differenza sta nella doppia misurazione del sensore che permette di calcolare sia l'umidità della parte superiore che inferiore della foglia tramite un doppio strato di materiale igroscopico; il valore di resistenza viene rilevato dai due pettini disposti su una piastrina in vetronite delle dimensioni di una foglia media della pianta. Le precipitazioni vengono misurate attraverso un sensore pluviometro che funziona secondo un processo meccanico: le precipitazioni attraversano una bocca tarata e confluiscono in un contenitore a bascula, che accumula l'acqua finché il peso non raggiunge l'equivalente di 0,2 mm di pioggia; al raggiungimento di tale valore, la bascula si capovolge generando un impulso elettrico che viene registrato, la somma degli impulsi elettrici ricevuti permette di stimare le precipitazioni effettive. Le rilevazioni vengono elaborate e depurate dagli errori dovuti al forte vento o eventi aleatori.

La radiazione fotosinteticamente attiva o PAR (*Photosynthetically active radiation*) misura l'energia proveniente dalle radiazioni solari che può essere assorbita dalle piante tramite la clorofilla A e B, cioè misura l'energia solare effettivamente utilizzabile dalle piante per far avvenire la fotosintesi clorofilliana. Lo spettro di assorbimento della clorofilla non è molto ampio, infatti si stima che solo il 41% dell'energia solare è effettivamente attiva. Le lunghezze d'onda che rientrano in questo 41% sono quelle comprese tra i 430 e i 680 nm di lunghezza d'onda che corrispondono alle bande di colore del blu e del rosso; anche se all'interno del range della PAR esistono sottobande che possono essere considerate attive anche se in maniera subottimale, quindi è possibile estendere il range dai 400 nm ai 700nm. Nell'immagine successiva si presenta uno schema spettrale contenente il range della PAR, sopra esposto: [12] [13] [14]

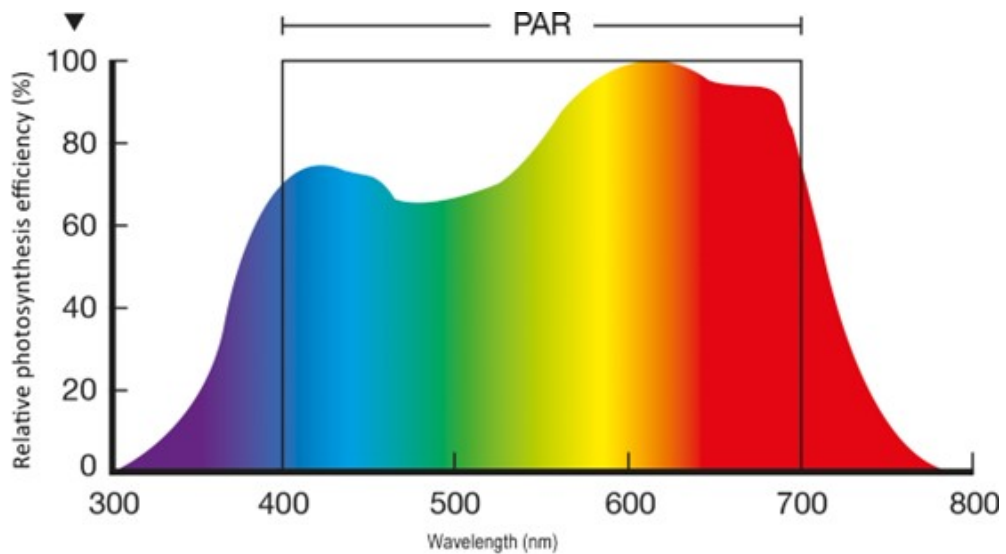


Figura 2.8: Schema spettrale PAR[15]

La rilevazione avviene tramite sensore fotodiode che è un dispositivo elettrico fotorivelatore in grado di riconoscere una determinata lunghezza d'onda dell'onda elettromagnetica incidente e di trasformarla in un impulso elettrico, questa corrente elettrica generata può essere misurata per determinare il valore dell'intensità della luce incidente fungendo quindi da trasduttore da segnale ottico a segnale elettrico. Anche se il fotodiode funziona come limitatore del flusso di corrente, infatti ad un livello superiore di intensità luminosa si riduce l'intensità del flusso di corrente prodotta dal sensore, per questo motivo viene integrato solitamente con un amplificatore associato, tipicamente a transimpedenza (TIA), per convertire il flusso di corrente in un segnale di più facile utilizzo.[16]

La velocità e direzione del vento vengono misurate tramite l'anemometro che di base sfrutta il moto rotatorio. La variante denominata "a coppette" è dotata di semisfere, solitamente tre, collegate ad un asse, le coppette consentono di intercettare il flusso d'aria in modo omnidirezionale, maggiore è la velocità del vento, più veloce è la rotazione delle coppette. La discriminante per la misurazione è il numero di giri per unità di tempo, il dato è rilevato elettronicamente e indicato come velocità del vento. L'anemometro a coppette, talvolta viene combinato con una palette che, montata su un supporto, funge da unità di misura fissa. Di media le misurazioni di questi sensori per l'agricoltura permettono il rilevamento della velocità fino a circa 35 m/s.[17]

La soluzione proposta da iFarming è un Nodo Meteo, ossia una centralina contenente[18]:

1. Sensore termoisgrometro,
2. Sensore fotodiode,
3. Sensore pluviometro,
4. Sensore anemometro,
5. Sensore per la bagnatura fogliare,
6. Pannello solare da 1W per la carica della batteria,
7. Trasmettitore dati.

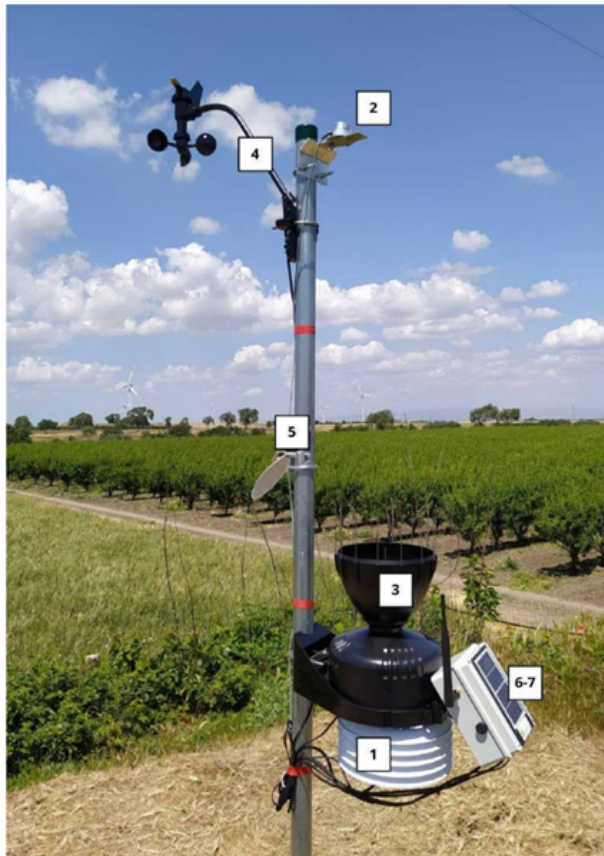


Figura 2.9: Nodo meteo iFarming[18]

PARAMETRI	RISOLUZIONE	INTERVALLO DI MISURA	ACCURATEZZA (+/-)
Temperatura Aria	0.01°C	da -40 a +65°C	0.5°C
Umidità Aria	0.01%	da 1 a 100%	3%; 4% sopra il 90%
Pioggia	0.2mm	da 0.2 a 999.8mm	4% o 1 ribaltamento della vaschetta
Radiazione Solare	1W/m ²	da 0 a 1800W/m ²	5%
Velocità del Vento	0.1Km/h 0.1m/s	da 0 a 241Km/h da 0 a 67m/s	3Km/h o 5% 1m/s o 5%
Direzione del Vento	1°	da 0 a 359°	3°
Bagnatura Fogliare	1	da 0 a 100	5%
Tensione Batteria	1mV	da 2100 a 3600mV	

Figura 2.10: Specifiche tecniche nodo meteo iFarming[18]

3. Modelli di difesa sviluppo malattie/insetti:

è una tecnologia prettamente IT, sono modelli predittivi di supporto alle decisioni (DSS) progettati per prevenire e affrontare problemi fitosanitari in modo sostenibile. L'obiettivo del modello è individuare precocemente, malattie, infestazioni da insetti, stress idrico o altre problematiche che possono compromettere la salute della pianta. L'efficacia del modello si basa su principi biologici all'insegna della sostenibilità ambientale grazie alle tecnologie emergenti. La prima fase del modello è determinata dalla raccolta dei dati in locale tramite i sensori descritti nei punti precedenti o tramite tecnologie di imaging che verranno trattate nei punti successivi. I dati raccolti vengono parametrizzati, nel caso del modello sviluppato da Agricolus in 7 parametri di cui 4 riguardanti le condizioni ambientali, 2 riguardanti lo stress idrico e 1 riguardante la concentrazione fogliare di clorofilla; questi parametri vengono utilizzati come input da un algoritmo di intelligenza artificiale che li elabora e riesce ad identificare schemi e correlazioni nei dati per prevedere potenziali rischi. Un aspetto fondamentale di questi modelli è il monitoraggio continuo e l'aggiornamento costante delle strategie di difesa che riescono a tener conto dello storico del vigneto, riuscendo a identificare problematiche ricorrenti. Questi modelli non solo mirano a gestire le crisi fitosanitarie ma cercano di prevenirle; un elemento chiave per la buona riuscita del modello è il l'approccio culturale, infatti è necessario adottare le pratiche agricole consigliate per ridurre la vulnerabilità delle piante agli attacchi,

attraverso la rotazione delle colture, la gestione delle erbacce, la corretta irrigazione e la cura del suolo. Il modello previsionale, sviluppato da Agricolus permette in output di ottenere le seguenti i seguenti modelli[19]:



Figura 2.11: Modelli di difesa di Agricolus[19]

4. Droni per trattamenti:

rappresentano una soluzione avanzata nel contesto agricolo, utilizzano la tecnologia dei droni per migliorare l'efficienza e la precisione nell'applicazione di trattamenti chimici alle colture. Questi velivoli iniziano il loro lavoro con una fase di ispezione e mappatura dei campi, utilizzando telecamere e sensori per raccogliere dati spaziali e biologici dettagliati sulle condizioni delle colture con obiettivo di individuare malattie, infestazioni da insetti o altre problematiche fitosanitarie.

Il drone è dotato di un serbatoio contenente la soluzione fitosanitaria, che può includere pesticidi, fertilizzanti o altri agenti chimici e durante la fase di volo, è presente un payload che eroga la soluzione in modo controllato, utilizzando ugelli o atomizzatori per distribuire goccioline sopra le colture effettivamente interessate, inoltre la spruzzatura può essere regolata in diversi modi per garantire una distribuzione uniforme del trattamento.

La navigazione del drone avviene attraverso sistemi di posizionamento GPS, mentre un sistema di controllo avanzato consente agli operatori di regolare in tempo reale parametri come la velocità e l'altitudine per adattarsi alle condizioni specifiche del campo.

Dopo il trattamento, attraverso la raccolta di dati sulla salute delle colture possono essere fornite informazioni e un feedback in tempo reale al sistema gestionale che cataloga i dati e successivamente possono essere analizzati per consentire agli agricoltori di apportare eventuali regolazioni successive in modo tempestivo.

Nimbus ha sviluppato diverse tipologie di droni che possono svolgere le funzioni richieste, il modello più congeniale è un drone esarotore che permette le attività di ispezione ed è certificato ENAC adatto a compiere questa operazione.



Figura 2.12: Drone esarotore Nimbus[20]

Questa tipologia di drone è in grado di trasportare fino a 4 kg di payload per una distanza di circa 8 km, inoltre, può montare più payload durante il volo e grazie alla presenza di sistemi di comunicazione di tipo C2Link che avviene con LTE e Radio, il drone permette di effettuare voli BVLOS (Beyond Visual Line Of Sight), ovvero senza che l'operatore abbia contatto visivo diretto. Al drone appena descritto possono essere agganciati diversi payload in base all'operazione da svolgere, a scopo dimostrativo si riporta l'immagine di un drone che spruzza una soluzione fitosanitaria:



Figura 2.13: Drone che spruzza soluzione fitosanitaria

Un prodotto aggiuntivo di Nimbus al drone è la Box sviluppata per il progetto M.A.R.S.. Essa consiste in un contenitore al cui interno può posizionarsi il drone e, attraverso un braccio robotico, si possono cambiare batteria e payload del mezzo. In questo modo il drone è disponibile h24 ed è in grado di utilizzare diversi payload a seconda delle esigenze. La box può essere posizionata strategicamente nei pressi del luogo da ispezionare e permette di conservare il drone anche all'aperto.



Figura 2.14: Box fissa Nimbus[20]

Inoltre è integrabile a bordo di un veicolo ad alta mobilità (es. furgone) e ha una velocità di trasferimento dati di 80 MB/s a GCS.



Figura 2.15: Box integrata ad un furgone Nimbus[20]

5. Imaging multispettrale tramite droni agricoli e riconoscimento delle immagini basato su intelligenza artificiale:

costituiscono una tecnologia avanzata per la gestione delle colture; la tecnologia dei droni, comprese le soluzioni proposte da Nimbus, è quella descritta al punto precedente, i velivoli vengono in questo caso, dotati di particolari payload contenenti sensori multispettrali che possono catturare immagini in diverse lunghezze d'onda, inclusi spettri invisibili come l'infrarosso vicino. Si utilizza un LiDAR per la mappatura 3D che mostrano variazioni nella risposta spettrale delle piante.



Figura 2.16: Interno Box Nimbus[20]

La tecnologia LiDAR (*Light Detection And Ranging*) permette di misurare l'ambiente circostante e identificare con precisione la posizione degli oggetti tramite l'impulso di un laser. Le onde elettromagnetiche luminose non nelle frequenze visibili all'occhio umano, vengono emesse da un punto di missione e si propagano nell'ambiente circostante; finché non rimbalzano sui vari oggetti incontrati e tornano indietro verso l'emettitore dove si trova un ricevitore, calcolando il tempo che ha impiegato l'onda per propagarsi e tornare indietro si può calcolare la distanza dell'oggetto[21].

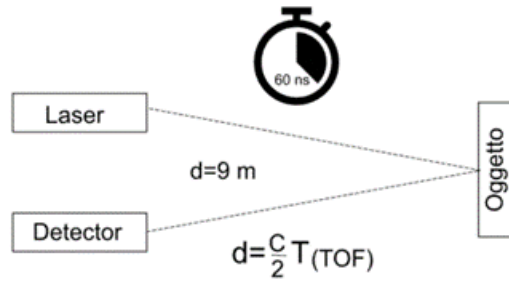


Figura 2.17: Funzionamento di un sistema LiDAR[21]

L'emettitore laser non emette un singolo raggio luminoso bensì un fascio in tutte le direzioni, così calcolando tutti i punti di ritorno delle singole onde è possibile definire la posizione esatta di tutti gli oggetti nello spazio.

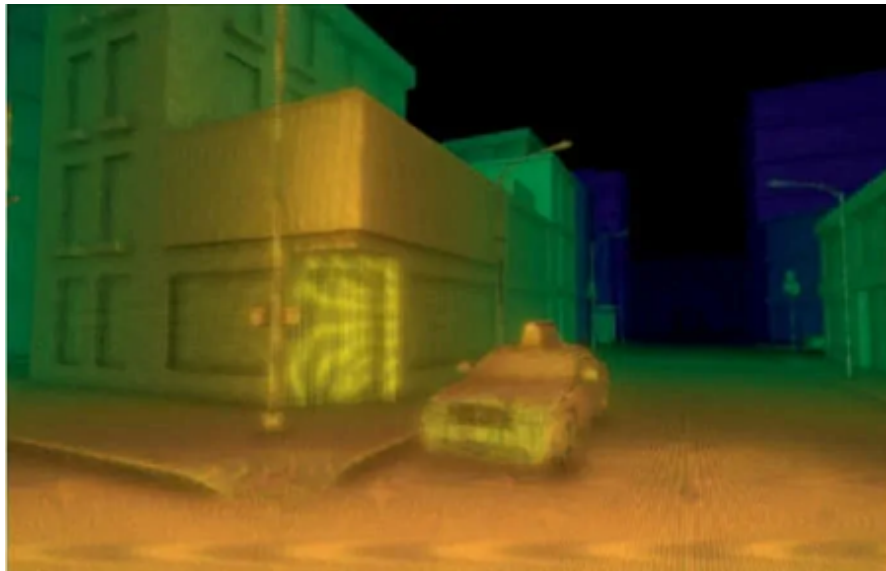


Figura 2.18: Nuvola di punti misurata tramite un sensore LiDAR[21]

L'AI entra in gioco per analizzare queste mappe, riconoscendo modelli e correlazioni al di là della percezione umana. L'AI viene addestrata su ampi set di dati in modo tale da identificare specifici problemi nelle colture, come malattie, carenze di nutrienti o infestazioni da insetti. L'identificazione mirata di problemi consente agli agricoltori di intervenire in modo preciso. Le mappe generate indicano le aree in cui sono necessari trattamenti specifici, ottimizzando l'uso di risorse e riducendo gli sprechi[22].

Ad esempio la tecnologia permette di stimare il Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) che è un indice multispettrale che da informazioni sul contenuto di clorofilla, formalmente è espresso come:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

dove

NIR= riflettanza delle bande dell'infrarosso vicino

RED= riflettanza delle bande dell'infrarosso del rosso

L'indice NDVI varia tra i valori di -1 e +1, i valori positivi indica un alto livello di clorofilla.

Utilizzando indicatori come quello appena descritto, gli agricoltori possono quindi pianificare e implementare azioni correttive mirate, come l'applicazione di trattamenti specifici o la regolazione dell'irrigazione.

Una soluzione, sempre sviluppata da Nimbus ma più semplice rispetto alla soluzione M.A.R.S. (vista precedentemente) è la box attualmente utilizzata per la surveillance di gas detection, questa viene posizionata all'interno degli stabilimenti da controllare, ma la sua applicazione può adattarsi anche in altri settori qualora fosse necessario.

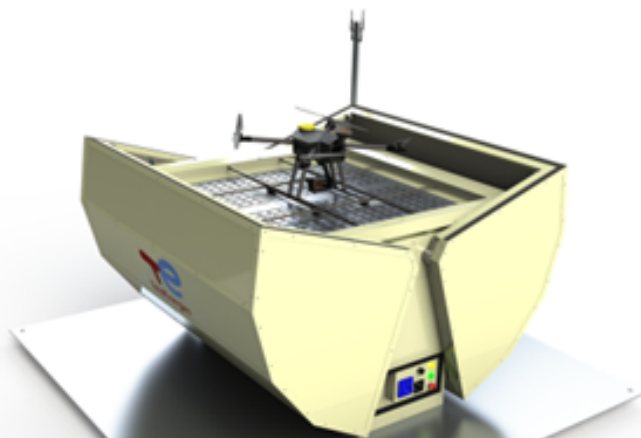


Figura 2.19: Interno Box Nimbus[20]

Specifiche tecniche della box:

- *Grado IP55 per condizioni climatiche estreme (-25°/+65°)*
- *Routine automatiche di apertura, chiusura e centraggio*

- *Alimentazione esterna 230V con funzione di sicurezza ed emergenza secondo le normative elettriche*
- *Generatore da 3 kW in assenza di alimentazione esterna.*
- *Sistema automatico di ricarica rapida della batteria, 45 minuti per la piena capacità della batteria*
- *LTE & Radio doppia connessione ridondante con controllo da remoto e monitoraggio completa*

6. Imaging multispettrale tramite telecamere e riconoscimento delle immagini basato su intelligenza artificiale:

sono una recente soluzione per il monitoraggio delle colture, tramite telecamere posizionate strategicamente nel terreno, o in alcune versioni, integrate ai mezzi agricoli come ad esempio, trattori. La prima versione fissa presenta dei vantaggi come la standardizzazione dei dati, poiché vengono raccolti sempre dallo stesso punto e possono essere presi con frequenza costante, ma presentano proprio per questo delle criticità in quanto il raggio d'azione rischia di essere limitato, per alcuni punti ciechi e serve l'integrazione di altre telecamere lungo il campo. La seconda versione, riduce la quantità di telecamere richieste, perché bastano quelle aggiunte al mezzo agricolo per completare l'ispezione dell'intero campo, ma non si può standardizzare la frequenza di raccolta del dato, perché non sempre il mezzo agricolo è richiesto con la stessa frequenza; inoltre la raccolta dei dati non può essere ottimamente standardizzata perché il mezzo agricolo non percorre sempre lo stesso giro di campo con le stesse tempistiche.

Le tecnologie di base per l'acquisizione delle informazioni sono diverse, oltre alla tecnologia LiDAR descritta al punto precedente, esiste il sensore iperspettrale che coadiuvato da un sistema di posizionamento GPS-inerziale, permette la georeferenziazione delle immagini acquisite.

I radiometri iperspettrali captano e forniscono un valore alla radiazione riflessa nelle bande strette e contigue, cioè viene salvata un'immagine per ogni banda riscontrata e per ognuna di queste esiste un pixel che descrive la riflettanza analizzata dal singolo pixel associata ad una precisa lunghezza d'onda della zona del campo. Ogni pixel, cioè ogni punto dell'immagine spettroscopica racchiude un spettro composto da numerose bande ce permette una caratterizzazione precisa e dettagliata degli oggetti e dell'ambiente esaminato. Con questo sistema è possibile ottenere una mappatura termica del territorio analizzando le bande dell'infrarosso ed effettuando una ricerca della firma spettrale caratterizzante il materiale di cui è composto oggetto di studio.[23]

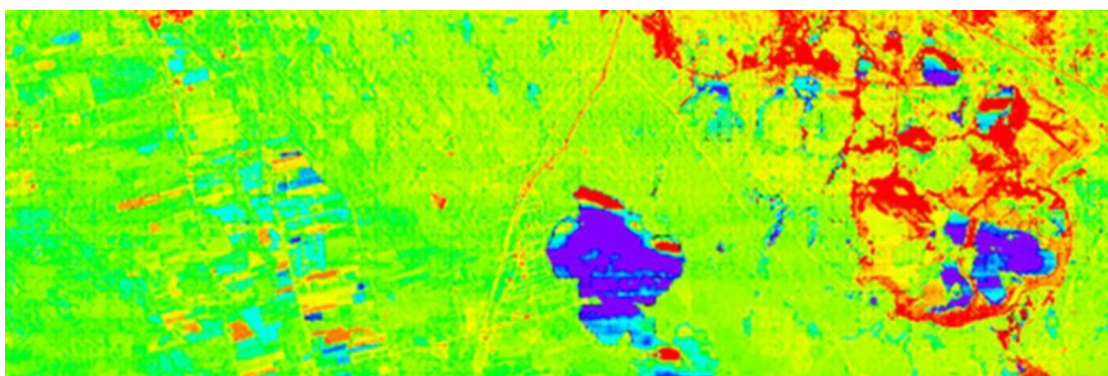


Figura 2.20: Immagine rilevata da sensore iperspettrale[23]

Tramite l'intelligenza artificiale addestrata si analizzano le immagini, grazie agli algoritmi di classificazione che riconoscono i pattern specifici correlati alle condizioni ambientali. La fase di addestramento dell'algoritmo è fondamentale per abilitarlo a identificare, in modo autonomo, determinati fenomeni o aspetti all'interno delle immagini. Una volta addestrato, infatti può rilevare la presenza di malattie nelle piante, valutare lo stress idrico e fare una diagnosi sulla salute generale del vigneto. I report dell'analisi sono utilizzabili per la creazione di mappe di gestione personalizzate, indicando le aree in cui sono necessarie azioni di correzione e/o interventi mirati.

7. Imaging multispettrale tramite satellite e riconoscimento delle immagini basato su intelligenza artificiale:

rappresenta un approccio avanzato per ottenere dettagliate informazioni sulla superficie terrestre. Questa tecnologia coinvolge satelliti che catturano immagini in diverse lunghezze d'onda.

I 2 satelliti più importanti Landsat, gestiti dalla NASA e USGS e Sentinel-2 di ESA nell'ambito del programma Copernicus.

Landsat-9 ha a bordo il sensore spaziale Operational Land Imager 2 (OLI-2) e il sensore di temperatura ad infrarossi Thermal Infrared Sensor 2 (TIRS-2) che permetteranno misurazioni di 11 lunghezze d'onda della luce riflessa o irradiata dalla superficie terrestre, sia ricadenti nelle frequenze dello spettro visibile che non visibile all'occhio umano; questi sensori permettono la cattura di immagini su una fascia di 185 chilometri. Ogni pixel contiene immagini relative ad una copertura di circa 30 mq con una risoluzione molto elevata, la NASA stima che grazie a Landsat-9 potranno essere identificati quasi tutti i campi degli USA.[24]

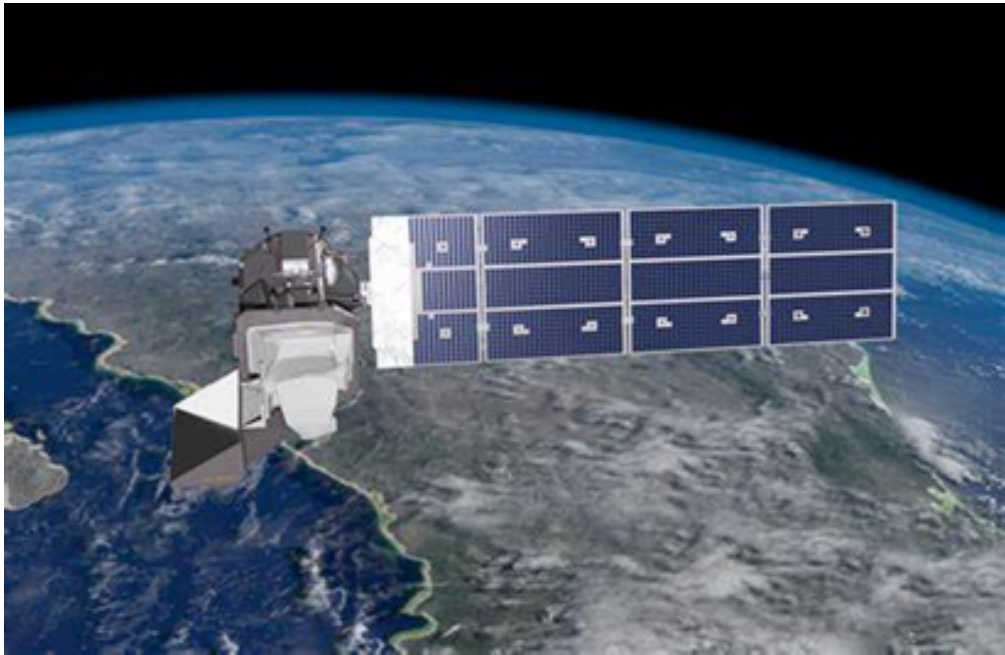


Figura 2.21: Landsat-9 nello spazio[24]

Sentinel-2 è dotato di un dispositivo multispettrale, che ha un meccanismo di base analogo a quello già spiegato per i droni, ma questi sono in grado di acquisire immagini su 13 canali in range di frequenza visibili e infrarosso (VNIR) e anche nelle lunghezze d'onda dette onde corte.[25]



Figura 2.22: Sentinel-2 nello spazio[26]

Queste immagini vengono trasmesse a terra per essere elaborate e analizzate e dopo un processo di pre-processamento per correggere eventuali distorsioni o interferenze, vengono create mappe che mostrano variazioni nelle risposte spettrali della superficie terrestre. Si utilizza ancora una volta l'AI viene addestrata nel riconoscimento di specifiche caratteristiche, come copertura vegetale, deforestazione, o presenza d'acqua. Le informazioni ottenute sono quindi utilizzate per generare mappe tematiche dettagliate, adatte a diverse applicazioni come il monitoraggio agricolo, la valutazione ambientale, e come input per i modelli predittivi. Nell'immagine seguente si riporta un'immagine satellitare di un campo, con zone evidenziate che indicano caratteristiche del terreno, non conoscendo il modello non può essere definito il significato dei colori, quindi l'immagine ha puro scopo esemplificativo dell'imaging satellitare di un campo.[26]

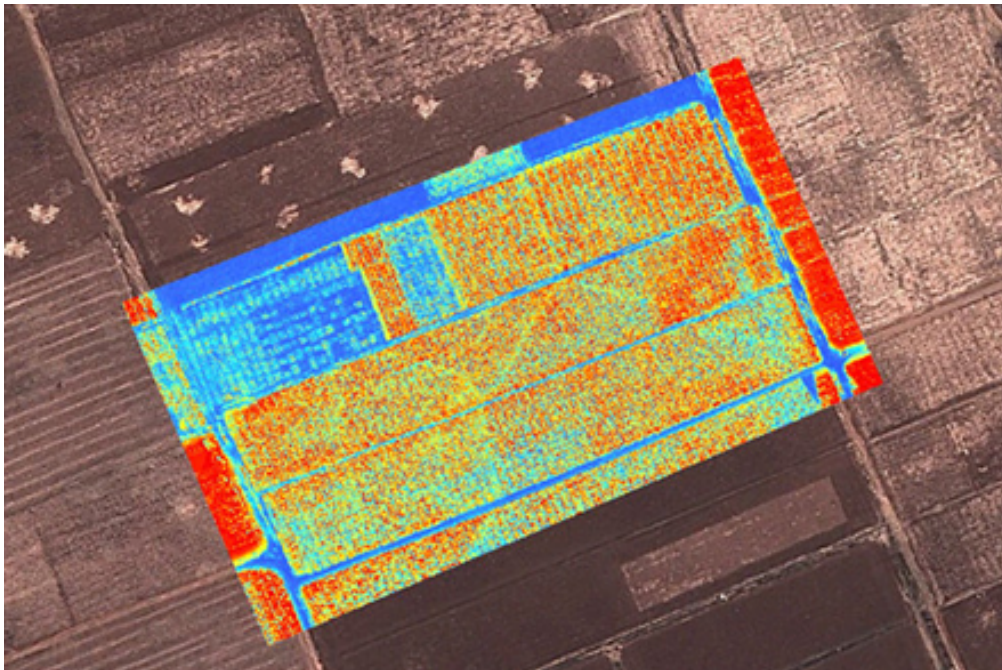


Figura 2.23: Campo da immagine satellitare[27]

8. Pannelli solari posizionati sul vigneto:

I pannelli solari posizionati sui vigneti costituiscono un'applicazione innovativa di una tecnologia ormai fortemente affermata in altri settori per la generazione di energia solare all'interno dell'ambiente agricolo. Questi pannelli, noti come pannelli agrivoltaici, sono installati in modo da sfruttare al massimo l'esposizione alla luce solare senza compromettere la corretta illuminazione delle viti, infatti la

loro posizione è studiata per garantire una corretta esposizione delle piante al sole durante il giorno, con un'installazione che permette anche la libera circolazione dell'aria.



Figura 2.24: Vigneto con impianto agrivoltaico

In termini di funzionamento, i pannelli solari convertono l'energia solare in elettricità attraverso il processo fotovoltaico, cioè quando i fotoni solari colpiscono le celle fotovoltaiche, vengono liberati elettroni, generando una corrente continua (CC). Successivamente, un inverter converte questa corrente continua in corrente alternata (CA), che può essere utilizzata nella rete elettrica o per alimentare dispositivi direttamente. Nell'immagine seguente si riporta uno schema illustrativo del funzionamento del meccanismo:

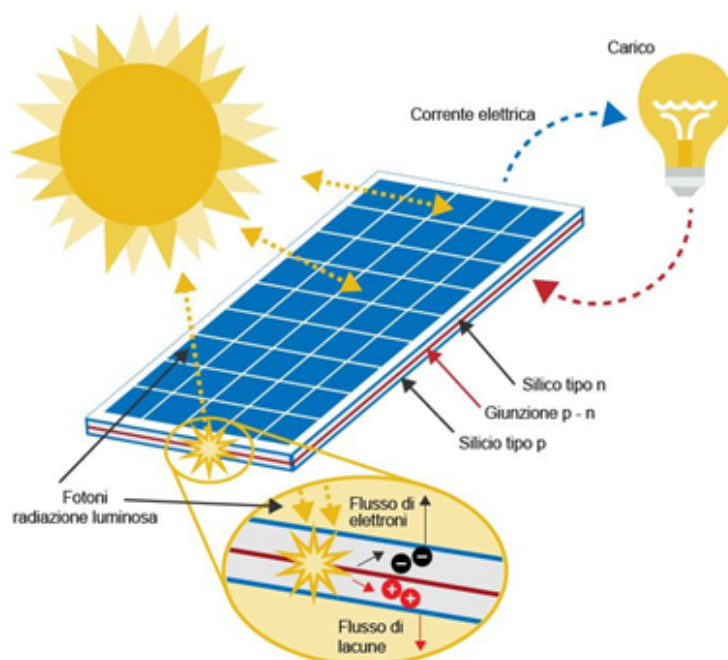


Figura 2.25: Funzionamento pannello solare[28]

L'integrazione di pannelli solari nei vigneti offre diversi vantaggi, tra cui la possibilità di mitigare gli effetti delle temperature estreme sulle viti grazie all'ombreggiamento parziale fornito dai pannelli oltre alla riduzione della dipendenza dalla rete elettrica tradizionale, contribuendo a una maggiore sostenibilità e a una diminuzione dei costi energetici per l'azienda vinicola.

9. Microturbine eoliche ad asse verticale posizionate nel vigneto:

sono progettate per sfruttare l'energia eolica per la produzione di elettricità in modo efficiente. Queste turbine vengono posizionate direttamente all'interno del vigneto le turbine e si installano a terra con pali negli spazi dove non c'è coltivazione, e catturano l'energia eolica proveniente da diverse direzioni grazie al loro design flessibile legato all'asse verticale. I principali vantaggi dell'asse verticale rispetto all'eolico orizzontale sono inerenti al funzionamento costante minimizzando la dipendenza dalla direzione e dall'intensità del vento; questo design migliora la resistenza alle alte velocità dei venti ed alla loro turbolenza e ovviamente riduce notevolmente gli ingombri per le attività agricole.

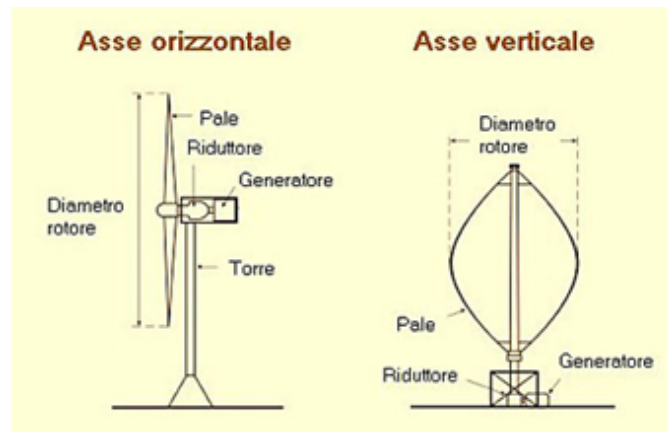


Figura 2.26: Differenza eolico orizzontale-verticale

Quando il vento soffia, le pale iniziano a ruotare attorno all'asse verticale, generando un movimento rotativo. Questo movimento viene quindi convertito in energia meccanica attraverso il collegamento a un generatore elettrico. L'energia meccanica ottenuta viene successivamente trasformata in energia elettrica, che può essere utilizzata direttamente in loco. Questa produzione di energia rinnovabile può contribuire a ridurre la dipendenza dalla rete elettrica esterna e contribuisce al risparmio energetico complessivo e all'adozione di pratiche agricole più sostenibili[29]. Nell'immagine si riporta la realizzazione di un impianto in Basilicata da parte di Eneo:



Figura 2.27: Microturbine eolico Eneo[29]

10. Sistemi software per la gestione agricola e catalogazione dei dati su cloud:

operano attraverso un processo integrato che inizia con la raccolta di dati direttamente dal campo. Questi dati, che possono riguardare condizioni del suolo, umidità, crescita delle colture e altri parametri, sono ottenuti da vari strumenti, inclusi sensori, droni e dispositivi di monitoraggio, già analizzati nei punti precedenti.

I dispositivi connessi e i sensori trasmettono questi dati in tempo reale o a intervalli specifici a un sistema centralizzato, basato su un ambiente cloud che consente l'archiviazione, l'organizzazione e la gestione strutturata dei dati raccolti. All'interno dell'ambiente cloud, i dati vengono analizzati e elaborati attraverso algoritmi analitici e strumenti di intelligenza artificiale che fornisce informazioni dettagliate sugli andamenti, modelli e correlazioni che possono essere utilizzate per prendere decisioni informate sulla gestione delle colture.

Gli utenti accedono a queste informazioni tramite un'interfaccia utente basata su cloud, che fornisce un accesso a report, mappe e analisi pertinenti, inoltre la condivisione dei dati è facilitata, permettendo la collaborazione tra diversi attori come agricoltori, consulenti, tecnici e ricercatori all'interno del settore agricolo, così gli agricoltori sono in grado di monitorare costantemente le condizioni delle colture e ricevere avvisi immediati su eventuali cambiamenti critici.

Successivamente viene mostrato il software gestionale, con le relative funzionalità, progettato da iFarming:



Figura 2.28: Sistema gestionale iFarming[18]

Sono consultabili i dati raccolti dai sensori in tempo reale e fino ai sette giorni antecedenti tramite la seguente dashboard:

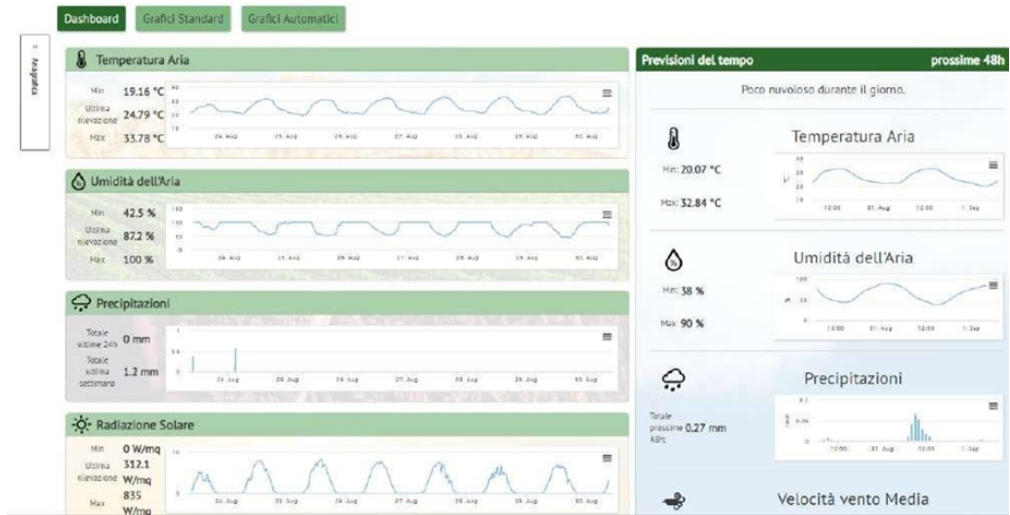


Figura 2.29: Dashboard dati sensori[18]

Sono generati e sono consultabili grafici tecnici in base alle colture di interesse, oltre che i grafici storici di ogni singolo parametro:



Figura 2.30: Grafici parametri[18]

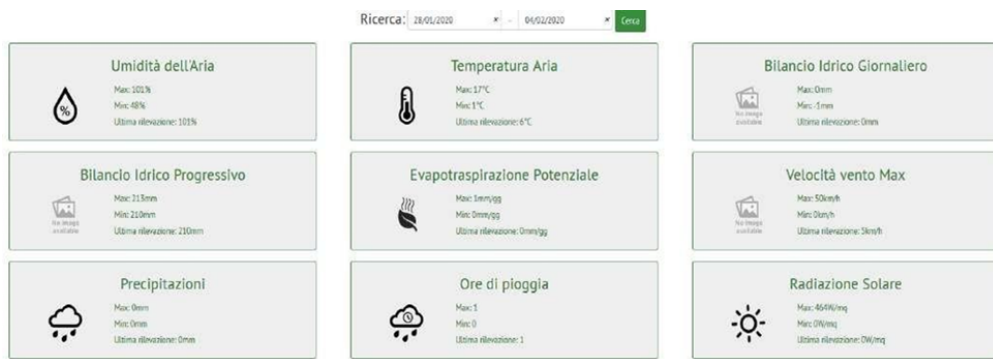


Figura 2.31: Storico parametri[18]

Il sistema avvisa gli utenti con allarmi generati su valori soglia personalizzabili per le diverse esigenze:



Figura 2.32: Warning parametri[18]

Nelle impostazioni di ogni impianto è inoltre possibile impostare i parametri dei vari sensori come la percentuale di bagnatura fogliare per il calcolo delle ore:

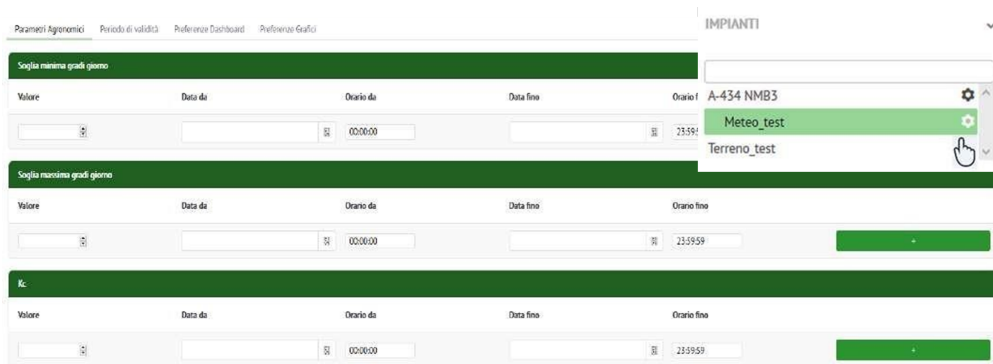


Figura 2.33: Settaggio parametri[18]

Infine i dati appena visualizzati, sono disponibili anche tramite app:

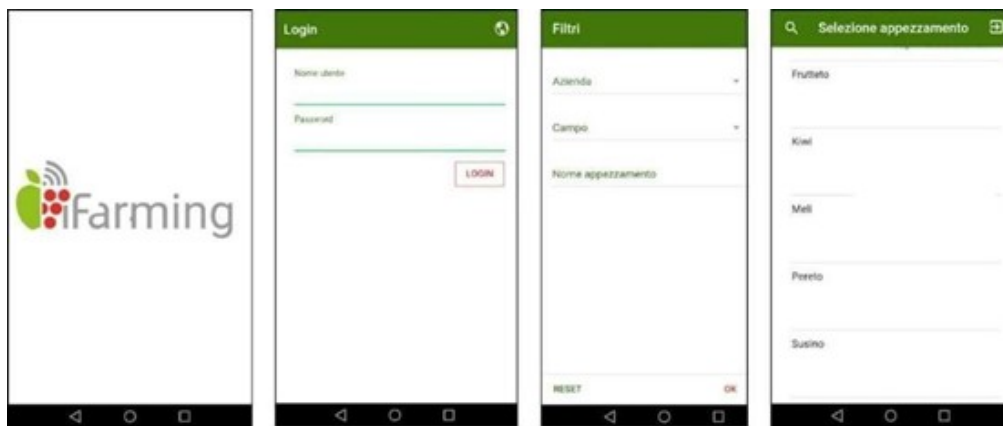


Figura 2.34: Interfaccia utente app[18]

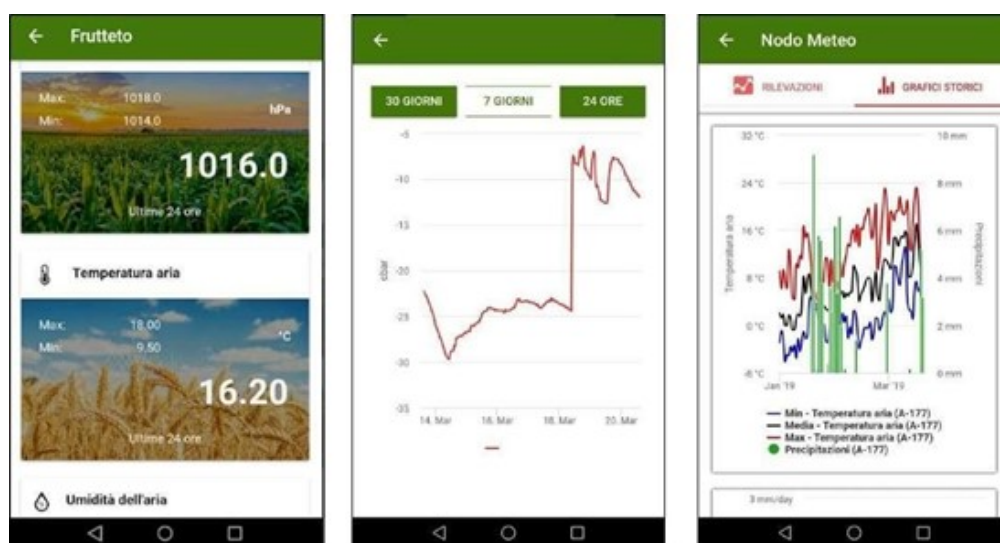


Figura 2.35: Interfaccia utente app 2[18]

11. Ibridi resistenti:

Gli ibridi resistenti in vitivinicoltura sono ottenuti attraverso incroci tra varietà tradizionali di viti, che producono uva di alta qualità, e viti selvatiche resistenti alle malattie fungine come l'oidio e la peronospora. Questo processo inizia con la selezione attenta delle piante genitrici, seguita dall'impollinazione incrociata manuale o attraverso insetti impollinatori.[30] Dai fiori impollinati nascono i semi, che vengono successivamente piantati e coltivati, durante la crescita delle nuove piante, vengono valutate attentamente per la resistenza alle malattie. Questa fase richiede tempo e osservazione accurata delle reazioni delle piante alle infezioni fungine, nonché dell'abilità di difendersi senza il ricorso eccessivo a trattamenti chimici.[31] Le piante che dimostrano una maggiore resistenza alle malattie e mantengono le qualità enologiche desiderate vengono selezionate come nuove varietà ibride resistenti. Queste nuove varietà vengono quindi propagate e distribuite ai viticoltori. La coltivazione in vigna di queste varietà ibride resistenti comporta una riduzione della necessità di trattamenti chimici e una maggiore adattabilità alle condizioni ambientali.[32]

Esempi di vite resistente sono i biotipi di Glera sviluppati da Vivai Rauscedo, queste viti definite come "figli di Glera" sono resistenti a malattie come la peronospera e lo oidio e sono state ottenute dagli incroci con parentali resistenti selezionati dopo studi genetici[33].

Le varietà sviluppate sono:

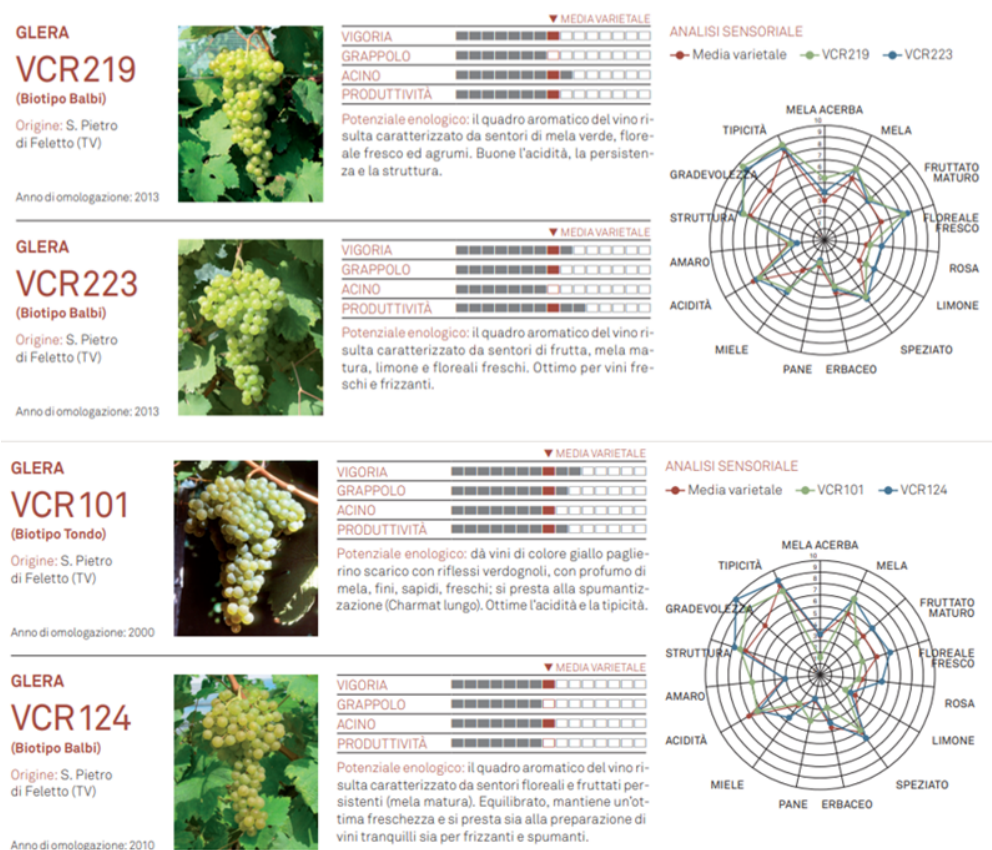


Figura 2.36: Biotipi resistenti sviluppati dai Vivai Rauscedo[33]

12. Genome editing:

rientra nella tecnologia di evoluzione assistita (TEA) che mira ad accelerare il processo di selezione naturale apportando una modifica nella sequenza dei geni responsabili della sensibilità alle malattie. Seguendo un approccio di ingegneria genetica, il genome editing permette il miglioramento genetico di un organismo utilizzando tecniche avanzate di biologia molecolare per indurre mutazioni genetiche specifiche che portano ad ottenere i tratti desiderati, senza l'introduzione di materiali genetici estranei, come avviene negli organismi geneticamente modificati (OGM). La tecnologia nel settore in esame, è utilizzata per migliorare la resistenza delle viti, in particolare della *Vitis vinifera*, alle malattie fungine come la peronospora e l'oidio oltre che per migliorare le caratteristiche agronomiche delle piante, la tolleranza alle condizioni ambientali sfavorevoli o la produzione di composti

desiderati. L'obiettivo dunque è ottenere nuove varietà di piante che conservano la loro identità genetica di base ma presentano caratteristiche migliorate. Più nel dettaglio, le fasi principali dell'applicazione del genome editing nella vitivinicoltura includono:

Identificazione dei Geni Responsabili: vengono identificati i geni specifici che rendono la *Vitis vinifera* sensibile a malattie fungine come peronospora e oidio. Questi geni diventano il bersaglio delle modifiche.

Tecniche di Genome Editing: sono metodologie avanzate per apportare modifiche dirette al genoma di un organismo. Queste tecniche consentono di modificare specificamente il DNA, aggiungendo, eliminando o sostituendo sequenze genetiche. Alcune delle tecniche utilizzabili sono:

- *CRISPR/Cas9*: La tecnologia CRISPR-Cas9 è basata su un sistema immunitario batterico, questa tecnica utilizza l'RNA guida per indirizzare l'endonucleasi Cas9 verso specifiche sequenze di DNA all'interno di un genoma. L'endonucleasi quindi taglia il DNA, e le cellule dell'organismo riparano il taglio attraverso i meccanismi di riparazione del DNA dell'ospite, permettendo modifiche genetiche desiderate[34].

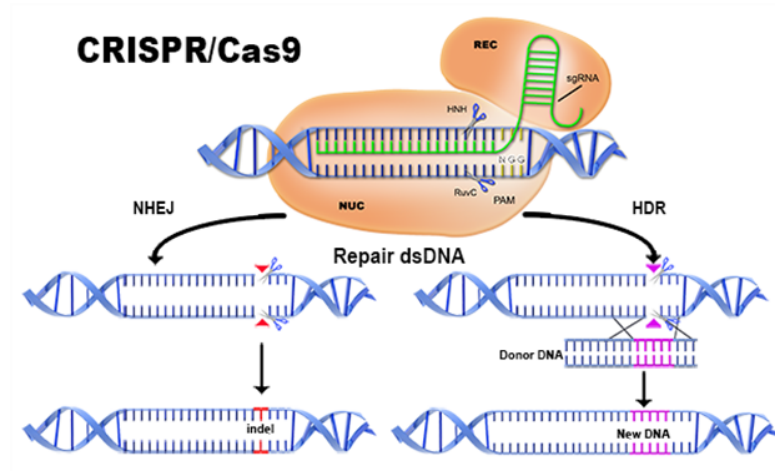


Figura 2.37: Tecnica CRISPR/Cas9[35]

- *TALEN (Transcription Activator-Like Effector Nucleasis)*: Simile a CRISPR-Cas9, TALEN coinvolge un enzima nucleasi che taglia il DNA in una posizione specifica. Gli effettori del DNA sono progettati per riconoscere sequenze specifiche, guidando l'endonucleasi alla locazione desiderata[36].

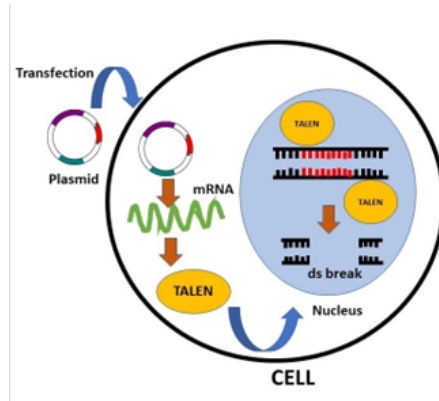


Figura 2.38: Tecnica TALEN[37]

- *ZFN (Zinc Finger Nucleasis)*: Le ZFN sono proteine leganti il DNA che contengono dita di zinco personalizzate progettate per riconoscere sequenze specifiche di DNA. Un enzima nucleasi è poi collegato alle ZFN, consentendo la rottura del DNA in corrispondenza delle dita di zinco[36].

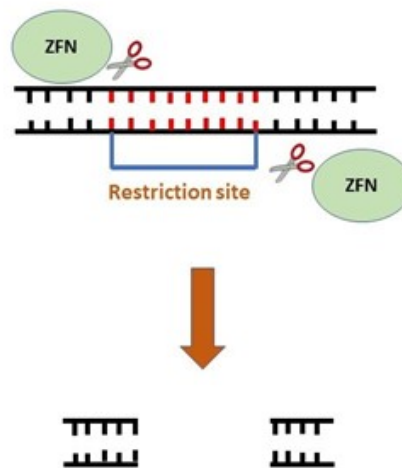


Figura 2.39: Tecnica ZFN[38]

- *Base Editing*: Questa tecnica mira a modificare singoli nucleotidi senza causare tagli nel DNA. Utilizzando una versione modificata della Cas9, chiamata Cas9 deaminasi, e un inibitore di riparazione del DNA, è possibile convertire una base in un'altra senza alterare significativamente la struttura del DNA[39].

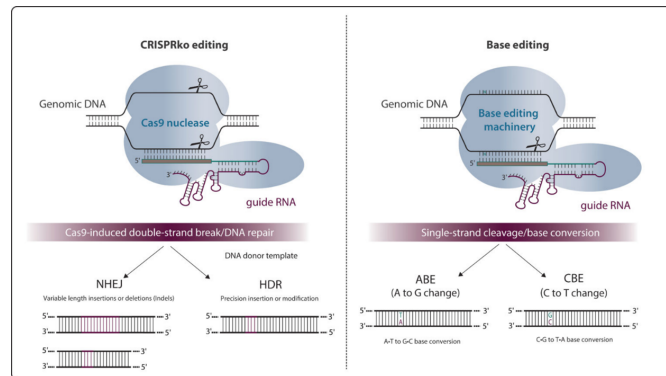


Figura 2.40: Differenza Base Editing - CRISP/Cas9[38]

- *Prime Editing*: Una tecnica più recente, che mira a introdurre modifiche del DNA in modo più preciso e sicuro. Utilizza una versione ingegnerizzata della Cas9 che è legata a una proteina in grado di scrivere il DNA, permettendo modifiche specifiche senza causare tagli[39].

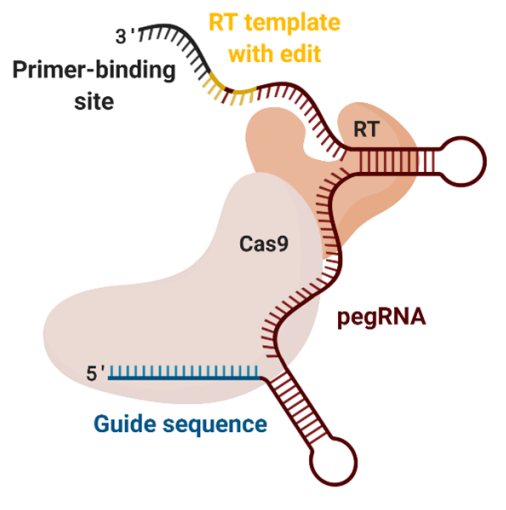


Figura 2.41: Tecnica Prime Editing[40]

- *CRISPRi e CRISPRa*: Oltre alle modifiche dirette del DNA, queste varianti di CRISPR-Cas9 sono utilizzate per regolare l'espressione genica. CRISPRi (inibizione) usa Cas9 per impedire la trascrizione di un gene, mentre CRISPRa (attivazione) può essere utilizzata per aumentare l'espressione di un gene specifico[41].

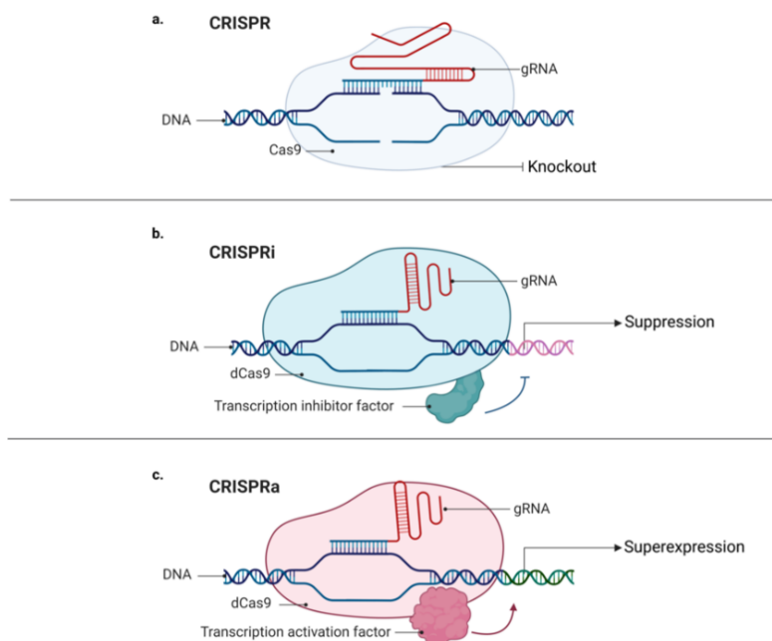


Figura 2.42: Differenza CRISPRi e CRISPRa - CRISP/Cas9[42]

Embriogenesi somatica: È una tecnica utilizzata in biologia molecolare e biotecnologia vegetale per produrre piante geneticamente identiche a una pianta madre. Il processo coinvolge la coltivazione di cellule somatiche, che sono cellule non riproduttive come le cellule fogliari, in condizioni adeguate che stimolano la formazione di embrioni e può avvenire attraverso il seguente processo[43]:

1. *Coltura cellulare:* Le cellule somatiche vengono prelevate da una pianta madre e coltivate in un terreno di coltura contenente nutrienti specifici e ormoni vegetali in determinate condizioni, che permettono a queste cellule di dedifferenziarsi e formare embrioni somatici.
2. *Induzione di Embriogenesi Somatica:* Viene indotto il processo di embriogenesi somatica tramite l'inserimento di specifici ormoni vegetali e la regolazione delle condizioni di coltura in modo tale da permettere alle cellule somatiche dedifferenziate di svilupparsi in embrioni che possono essere coltivati in vitro.

3. *Maturazione degli Embrioni:* Gli embrioni somatici ottenuti vengono fatti maturare in condizioni controllate, successivamente, possono essere indotti a germogliare, sviluppando piante mature geneticamente identiche alla pianta madre.
4. *Radiazione o Trattamento con Agenti Mutageni:* In alcuni casi, è possibile introdurre modifiche genetiche durante il processo di riprogrammazione. Ad esempio, la radiazione o trattamenti con agenti mutageni possono essere utilizzati per indurre mutazioni specifiche nei nuovi embrioni.
5. *Acclimatamento e Coltivazione:* Le piante rigenerate vengono acclimatate alle condizioni ambientali e quindi coltivate in terreno aperto.

Valutazione delle Mutazioni: Le piante modificate vengono studiate e valutate per garantire che abbiano acquisito effettivamente la resistenza desiderata. Questo processo avviene attraverso analisi genetiche e sperimentazioni in condizioni controllate, durante il quale si cercano di comprendere e analizzare le modifiche genetiche che si verificano nei materiali genetici degli organismi. Questa valutazione può essere eseguita attraverso diversi approcci[44]:

- *Sequenziamento del DNA:* La tecnologia di sequenziamento del DNA consente di analizzare l'ordine specifico delle basi azotate nel DNA di un organismo e può rivelare eventuali mutazioni puntiformi o variazioni nella sequenza genetica.
- *PCR e Gel Elettroforetico:* La tecnica della PCR (Polymerase Chain Reaction) può essere utilizzata per amplificare specifiche regioni del DNA contenenti potenziali mutazioni. Il gel elettroforetico successivo può mostrare variazioni nella lunghezza dei frammenti amplificati.
- *RNA-Sequencing:* È una tecnica avanzata che analizza l'intero profilo degli RNA presenti in una cellula o tessuto. Tramite l'estrazione e la conversione dell'RNA in librerie di cDNA, e il successivo sequenziamento vengono forniti dati bioinformatici dettagliati sull'espressione genica, consentendo la scoperta di nuovi geni, l'analisi delle variazioni di espressione e la comprensione dei processi biologici.

13. Sensori in fibra ottica per il monitoraggio della salute e del benessere della pianta in tempo reale tramite analisi dei parametri vitali:

sfruttano la tecnologia delle fibre ottiche per rilevare e monitorare vari parametri della pianta. Il meccanismo di funzionamento di questi sensori è dato dalla presenza di un emettitore di luce (laser) che invia un impulso luminoso attraverso le fibre ottiche, che sono fili sottili e flessibili fatti di vetro o plastica a seconda delle esigenze, il cui nucleo guida la luce e presenta un rivestimento esterno riflettente, le fibre trasmettono la luce attraverso riflessioni interne totali. Dopo aver percorso tutta la lunghezza della fibra ottica l'impulso luminoso arriva ad un dispositivo in grado di captare il segnale (fotocellula o fotodiodo) che la trasforma in un segnale elettrico permettendo di tradurre il segnale iniziale[45].

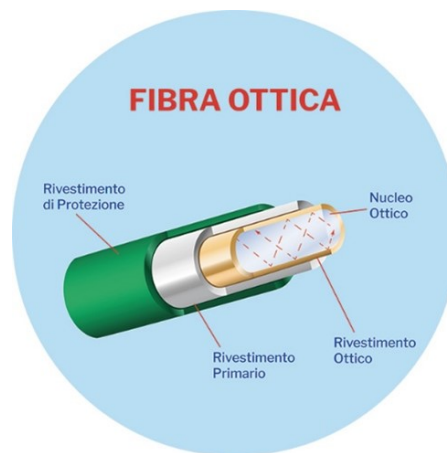


Figura 2.43: Cavo in fibra ottica[46]

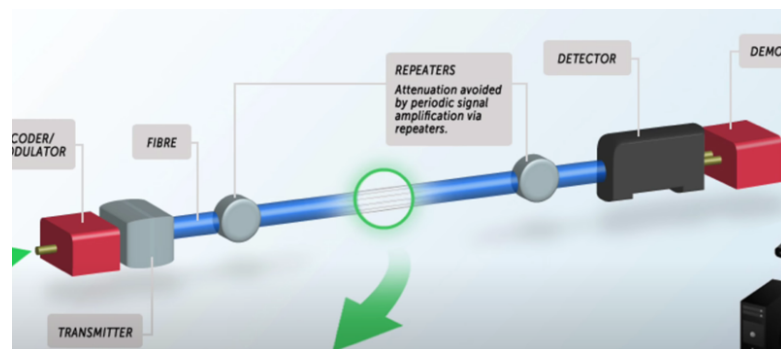


Figura 2.44: Funzionamento sensore in fibra ottica[47]

Questi sensori sono installati sulla pianta in modo non invasivo, ma a contatto diretto con la pianta/frutto essendo facilmente ancorabili oltre ad essere biocompatibili, inoltre hanno una struttura molto flessibile, peso basso, dimensioni ridotte e un'alta sensibilità alla deformazione. La raccolta di dati avviene in tempo reale, includendo parametri vitali come la fluorescenza della clorofilla, temperatura, conduttanza elettrica, potenziale idrico e concentrazione di nutrienti. La luce viene inviata attraverso la fibra ottica alla pianta, modulata in diverse lunghezze d'onda per valutare specifici parametri, e la risposta della pianta viene rilevata per ottenere informazioni sulla sua salute. Il segnale fisico, come una variazione di temperatura o umidità, agisce sulla fibra ottica causando una variazione nelle caratteristiche ottiche e questa variazione viene convertita in un segnale elettrico o ottico che può essere misurato e interpretato[48].

I dati raccolti vengono trasmessi in tempo reale a un sistema di monitoraggio o dispositivo di registrazione, come un computer o un'applicazione specifica per l'agricoltore.

Ad oggi, grazie ad un progetto nato dalla collaborazione fra ENEA e l'Università Campus Bio-Medico di Roma sono condotte delle ricerche per le colture di pomodoro, melone, zucca e tabacco ma non è da escludere l'ipotesi dell'estensione nei prossimi anni a tutte le colture, viticoltura inclusa.



Figura 2.45: Sensore in fibra ottica applicato al pomodoro[48]

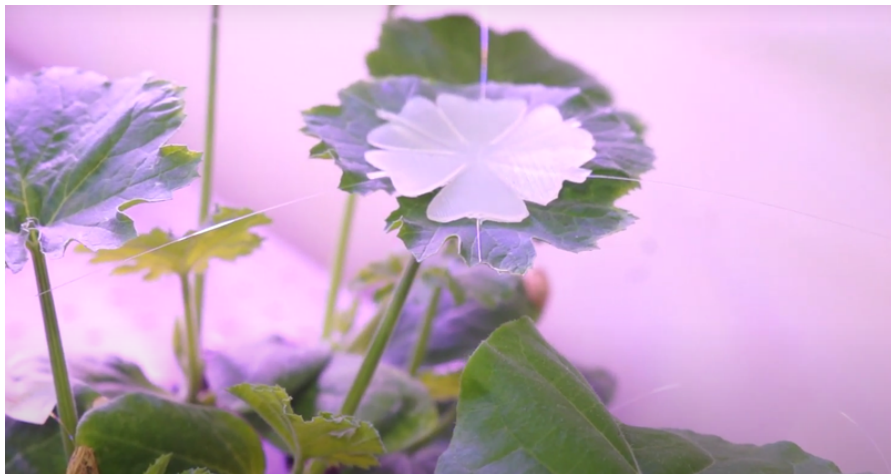


Figura 2.46: Sensore in fibra ottica applicato alla pianta di zuccina[48]

Per il resto della trattazione, per agevolare la lettura, verrà adottata la seguente notazione per le tecnologie sopra descritte.

TECNOLOGIA DI IRRIGAZIONE MIRATA TRAMITE AI E SENSORI DI UMIDITÀ DEL SUOLO	IRRIGAZIONE MIRATA
SENSORI DI MONITORAGGIO DELLE CONDIZIONI ATMOSFERICHE E DELLA LUCE SOLARE	SENSORI METEO
MODELLI DI DIFESA SVILUPPO MALATTIE/INSETTI	MODELLI DI DIFESA
DRONI PER LA SOMMINISTRAZIONE LOCALIZZATA DI TRATTAMENTI	DRONI PER TRATTAMENTI
IMAGING MULTISPETTRALE TRAMITE DRONI AGRICOLI E RICONOSCIMENTO DELLE IMMAGINI BASATO SU INTELLIGENZA ARTIFICIALE (AI)	DRONI PER IMAGING
IMAGING MULTISPETTRALE TRAMITE TELECAMERE E RICONOSCIMENTO DELLE IMMAGINI BASATO SU INTELLIGENZA ARTIFICIALE (AI)	TELECAMERE PER IMAGING
IMAGING MULTISPETTRALE TRAMITE SATELLITE E RICONOSCIMENTO DELLE IMMAGINI BASATO SU INTELLIGENZA ARTIFICIALE (AI)	IMAGING SATELLITARE
PANNELLI SOLARI POSIZIONATI SUL VIGNETO	PANNELLI SOLARI
MICROTURBINE EOLICHE AD ASSE VERTICALE POSIZIONATE SUL VIGNETO	MICROTURBINE EOLICHE
SISTEMI SOFTWARE PER LA GESTIONE AGRICOLA E CATALOGAZIONE DEI DATI SU CLOUD	SOFTWARE GESTIONALI
IBRIDI RESISTENTI	IBRIDI RESISTENTI
GENOME EDITING	GENOME EDITING
SENSORI IN FIBRA OTTICA PER IL MONITORAGGIO DELLA SALUTE E DEL BENESSERE DELLA PIANTA IN TEMPO REALE TRAMITE ANALISI DEI PARAMETRI VITALI	SENSORI IN FIBRA OTTICA

Figura 2.47: Nomenclatura tecnologie

2.2 Modello lineare dei processi innovativi

Al fine di comprendere lo stato di evoluzione delle tecnologie sopra descritte, esaminiamo il **modello lineare dei processi innovativi**, che, sebbene semplificato per la sua natura (poiché semplifica processi estremamente complessi), illustra come l'evoluzione di una tecnologia si articola dalla ricerca di base allo sviluppo in contesti applicativi, giungendo infine all'analisi competitiva.

Il modello si divide in 4 fasi distinte:

1. **Ricerca di base:** Questa fase iniziale porta a scoperte significative in campo scientifico.
2. **Ricerca applicata:** Utilizza i concetti sviluppati nella ricerca di base per affrontare problemi specifici, generando dimostratori e introducendo la tecnologia sul mercato.
3. **Sviluppo produttivo:** Le ultime due fasi compongono un processo più ampio che porta gli elementi tecnologici al mercato.
 - *Fase pre-competitiva:* Rivolta principalmente alla R&D, coinvolge l'esplorazione di nuove soluzioni tecnologiche e spesso produce prototipi con applicabilità funzionale validata.
 - *Fase competitiva:* Processo di sviluppo del prodotto che migliora un prototipo esistente, progettandolo in dettaglio per il lancio successivo sul mercato.

Nelle fasi iniziali, le università giocano un ruolo chiave, mentre le aziende si focalizzano sullo sviluppo successivo. È essenziale che le università si ritirino nelle fasi di sviluppo prodotto per evitare conflitti di interesse e consentire il funzionamento libero del mercato.

Il processo non è equamente rischioso; le fasi iniziali comportano maggiori rischi, e solo enti pubblici e/o istituzionali si assumono questo rischio. Le aziende, che cercano un ritorno più certo possibile, spesso non partecipano alle fasi iniziali di ricerca poiché costosa e rischiosa[49].

Nella tabella sottostante sono riportati i dati, ad oggi, relativi ad ogni tecnologia, che permettono di collocare le varie tecnologie in una delle quattro fasi del modello.

<i>TECNOLOGIA EMERGENTE</i>	<i>UNIVERSITÀ</i>	<i>ENTI PUBBLICI</i>	<i>CENTRI DI RICERCA</i>	<i>PROGETTO</i>	<i>AZIENDE</i>	<i>VALORE DI MERCATO DEFINITO</i>
Irrigazione Mirata	Università degli studi di Bologna	MASAF (Italia)	Dipartimenti di arboricoltura e di scienze informatiche di Cesena.	Brevetto: Sistema monitoraggio del suolo Budget: 100.000€	iFarming (Italia)	Si
Sensori Meteo	Politecnico di Torino	Coldiretti (Italia)	-	iXemWine	iFarming (Italia) Agricolus (Italia) XFarm (Italia)	Si
Modelli Di Difesa	Scuola Universitaria Superiore Sant'Anna di Pisa	-	-	-	Rimpro (Olanda) Hort@ by BASF (Italia) Agricolus (Italia)	Si
Droni Per Trattamenti	Università degli studi di Genova	ENEA (Italia)	Inspire	M.A.R.S.	Nimbus (Italia)	Si
Droni Per Imaging	Università degli studi di Genova	ENEA (Italia)	Inspire	M.A.R.S.	Nimbus (Italia)	Si
Telecamere Per Imaging	-	-	-	-	Microgeo (Italia)	No
Imaging Satellitare	Università degli Studi di Perugia	ESA (Unione Europea)	-	Copernicus	Manna by Rivulis (Israele) Agricolus (Italia)	Si
Pannelli Solari	Università degli Studi di Bari Università degli Studi di Verona	MASAF (Italia)	-	Fondi PNRR: Parco Agrivoltaico	iGreen System (Italia) Enel Green Power (Italia)	Si
Microturbine Eoliche	-	-	-	-	Etneo srl (Italia)	Si
Software Gestionali	-	-	-	-	iFarming (Italia) Agricolus (Italia) XFarm (Italia)	Si
Ibridi Resistenti	Università di Neustadt an der Weinstraße (Germania)	Confagricoltura Treviso (Italia)	CREA (Italia)	Gleres	Syngenta (Italia) Bayer (Germania) Vivai Rauscedo (Italia)	Si
Genome Editing	Università degli studi di Verona	COPAGRI (Italia) CREA (Italia)	Dipartimento biotecnologie di Verona	n.d.	Syngenta (Italia) Bayer (Germania) BASF (Italia)	Si
Sensori In Fibra Ottica	Campus Biomedico di Roma Università Federico II di Napoli	ENEA (Italia)	-	Applicazione dei sensori in fibra ottica all'agricoltura	-	No

Figura 2.48: Dati per identificazione fase del modello lineare dell'innovazione

Alla luce dei dati riportati nella tabella precedente e della definizione fornita per il modello, è possibile definire la fase in cui si trova la tecnologia. Si riporta dunque, la seguente catalogazione:

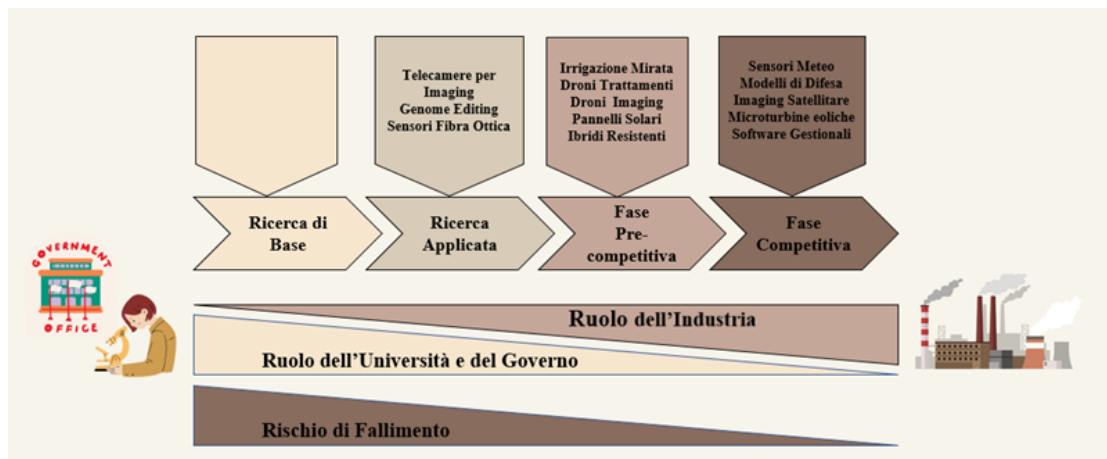


Figura 2.49: Modello lineare dell'innovazione sviluppato

2.3 Competenze tecnologiche

In un processo di evoluzione per lo sviluppo di nuove tecnologie é fondamentale esplorare e comprendere le competenze necessarie per svilupparle. L'obiettivo di questa ricerca è esplorare le abilità e le conoscenze necessarie per concepire, progettare e implementare con successo tecnologie innovative di interesse per questo studio. Attraverso un'analisi approfondita delle competenze tecnologiche richieste, si mira a identificare le aziende e le start-up che rappresentano ad oggi, il panorama italiano e internazionale per lo sviluppo delle tecnologie in esame. La ricerca si concentrerà sulle competenze tecnologiche essenziali e sull'importanza di sviluppare un approccio interdisciplinare per affrontare le sfide complesse e dinamiche del panorama tecnologico odierno.

Le competenze individuate le seguenti:

1. **Conoscenze Agronomiche:** Comprendere i principi di base dell'agricoltura, delle coltivazioni specifiche in viticoltura e delle esigenze delle piante.
2. **Intelligenza artificiale (AI):** Conoscere i principi dell'AI, in particolare quelli relativi al machine learning e all'apprendimento automatico, che sono alla base dei sistemi di irrigazione mirata.

3. **Programmazione:** Imparare a scrivere codice o utilizzare software di programmazione per sviluppare algoritmi e applicazioni basate su AI per il controllo dell'irrigazione.
4. **Analisi dei dati:** Essere in grado di raccogliere, elaborare e analizzare i dati raccolti dai sensori e dalle tecnologie di monitoraggio, inclusa la comprensione di metriche chiave.
5. **Conoscenze in meteorologia e climatologia:** Comprendere i principi di base delle condizioni atmosferiche, dei modelli climatici e delle variabili meteorologiche che influenzano la coltivazione delle viti.
6. **Sensori e strumentazione:** Avere familiarità con i diversi tipi di sensori utilizzati per il monitoraggio delle condizioni atmosferiche, come sensori di temperatura, umidità, pressione atmosferica, vento e radiazione solare. Comprendere come installare, calibrare e gestire tali sensori.
7. **Tecnologie dei droni:** Avere una conoscenza approfondita dei droni, comprese le loro componenti, le capacità di volo, il controllo remoto e la sicurezza.
8. **Sensori multispettrali:** Familiarizzarsi con i sensori multispettrali montati sui droni, comprendere a pieno il funzionamento di base di tecnologie come LiDAR.
9. **Fibra ottica e sensori:** Avere una comprensione approfondita dei principi della fibra ottica, dei tipi di sensori in fibra ottica e delle loro applicazioni nell'agricoltura. Sviluppare competenze nella corretta installazione dei sensori in fibra ottica nei vigneti, inclusa la posizione e la configurazione.
10. **Energia fotovoltaica:** Avere una conoscenza di base dei principi dell'energia solare, dei sistemi fotovoltaici e della generazione di elettricità da pannelli solari.
11. **Progettazione dei sistemi fotovoltaici:** Imparare a progettare sistemi fotovoltaici adatti alle esigenze energetiche del vigneto.
12. **Installazione dei pannelli solari:** Sviluppare competenze pratiche nell'installazione fisica dei pannelli solari, comprese le considerazioni sulla posizione, l'orientamento e il fissaggio.
13. **Manutenzione dei pannelli solari:** Sviluppare competenze nella manutenzione regolare dei pannelli solari, come la pulizia e la sostituzione di componenti.

14. **Energia eolica:** Avere una conoscenza di base dei principi dell'energia eolica, comprese le caratteristiche del vento, la generazione di energia eolica e la tecnologia delle microturbine.
15. **Progettazione dei sistemi eolici:** Imparare a progettare sistemi eolici adatti alle esigenze energetiche del vigneto, tenendo conto del vento disponibile e delle condizioni del terreno.
16. **Installazione delle microturbine:** Sviluppare competenze pratiche nell'installazione fisica delle microturbine eoliche, comprese le fondamenta, le torri e il montaggio delle turbine stesse.
17. **Manutenzione delle microturbine:** Sviluppare competenze nella manutenzione regolare delle microturbine eoliche, come la pulizia, la lubrificazione e la sostituzione di componenti.
18. **Sviluppo software:** Acquisire competenze nel design, nello sviluppo e nell'implementazione di software per la gestione agricola, inclusa la conoscenza di linguaggi di programmazione e framework appropriati.
19. **Cloud computing:** Comprendere i concetti di cloud computing, i servizi cloud come AWS, Azure o Google Cloud, e come utilizzare il cloud per l'archiviazione e l'elaborazione dei dati agricoli.
20. **Sicurezza dei dati:** Implementare misure di sicurezza per proteggere i dati agricoli sensibili immagazzinati in cloud, comprese le pratiche di crittografia e autenticazione.
21. **Competenze biomediche:** Applicate ai sensori per la vitivinicoltura includono una comprensione approfondita della fisiologia delle piante, la capacità di misurare parametri vitali come la fotosintesi e l'idratazione delle viti, e l'interpretazione dei dati per migliorare la salute delle piante e la qualità del raccolto.
22. **Tecniche di Biologia Molecolare:** Capacità di utilizzare strumenti di biologia molecolare, come PCR e sequenziamento del DNA, per analizzare il genome delle piante è importante per identificare i geni di interesse.
23. **Analisi Genetica:** Capacità di analizzare il DNA e interpretare le sequenze genetiche è fondamentale. Ciò include la lettura e l'interpretazione di sequenze genomiche, il confronto tra sequenze e l'identificazione di possibili obiettivi di editing.
24. **Tecniche di Genome Editing:** Imparare tecniche specifiche di genome editing, come CRISPR-Cas9, TALENs, o ZFNs. Queste sono le tecnologie principali utilizzate per modificare il DNA.

25. **Etica e Regolamentazione:** Comprendere le questioni etiche e legali associate al genome editing, in particolare quando si lavora con organismi viventi.

26. **Leggi e regolamenti:** Comprendere le normative e i regolamenti locali relativi all'installazione e all'uso dei pannelli solari nei vigneti.

Nelle tabelle sottostanti sono riportate quali competenze sono necessarie per produrre la tecnologia emergente:

	IRRIGAZIONE MIRATA	SENSORI ATMOSFERICI	MODELLI DI DIFESA	DRONI PER TRATTAMENTI	DRONI PER IMAGING	TELECAMERE PER IMAGING	IMAGING SATELLITARE	PANNELLI SOLARI	MICROTURBINE EOLICHE	SOFTWARE GESTIONALI	IBRIDI RESISTENTI	GENOME EDITING	SENSORI IN FIBRA OTTICA
CONOSCENZE AGRONOMICHE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
INTELLIGENZA ARTIFICIALE (AI)	X	X	X	X	X	X	X			X			X
PROGRAMMAZIONE	X	X	X	X	X	X	X			X			
ANALISI DEI DATI	X	X	X	X	X		X			X			X
CONOSCENZE IN METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA	X	X						X	X				
SENSORI E STRUMENTAZIONE	X	X											
TECNOLOGIE DEI DRONI				X	X								
SENSORI MULTISPETTRALI					X	X							
FIBRA OTTICA E SENSORI													X
ENERGIA FOTOVOLTAICA								X					
PROGETTAZIONE DEI SISTEMI FOTOVOLTAICI								X					
INSTALLAZIONE DEI PANNELLI SOLARI								X					
MANUTENZIONE DEI PANNELLI SOLARI								X					
ENERGIA EOLICA									X				
PROGETTAZIONE DEI SISTEMI EOLICI									X				
INSTALLAZIONE DELLE MICROTURBINE									X				
MANUTENZIONE DELLE MICROTURBINE									X				
SVILUPPO SOFTWARE										X			
CLOUD COMPUTING	X	X	X	X	X	X	X			X			
SICUREZZA DEI DATI	X	X	X	X	X	X	X			X			
COMPETENZE BIOMEDICHE											X	X	X
TECNICHE DI BIOLOGIA MOLECOLARE												X	X
ANALISI GENETICA											X	X	
TECNICHE DI GENOME EDITING												X	
ETICA E REGOLAMENTAZIONE												X	
LEGGI E REGOLAMENTI				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura 2.50: Tabella correlazione Competenze-Tecnologie

2.4 Attori principali nel settore

Gli attori di un settore produttivo sono le player industriali ed enti pubblici che sono coinvolti attivamente nella progettazione, produzione e distribuzione di beni o servizi all'interno di quel settore specifico.

Questi attori possono variare a seconda del contesto e della natura dell'industria. Questi attori collaborano per introdurre innovazioni che migliorano la produttività, la sostenibilità e la qualità nelle fasi di coltivazione delle viti e gestione complessiva della filiera.

2.4.1 I principali attori industriali

- **Agricolus:** è un'azienda innovativa che sviluppa soluzioni per l'Agricoltura 4.0. Nata a Perugia, in Umbria, ha l'obiettivo di supportare tutti gli attori della filiera agricola con i propri strumenti digitali. La loro core competence riguarda lo sviluppo software altamente personalizzabile per la gestione agricola di diverse colture, per esempio il prodotto riguardante la vitivinicoltura è il DSS Vite.

Tra i possibili punti di forza vi è la possibilità di integrare diverse tecnologie ai suoi software come sensori e droni, il monitoraggio in tempo reale delle condizioni delle colture, strumenti per la gestione delle colture, l'ottimizzazione delle risorse e analisi dati avanzate per decisioni informate oltre che le forti competenze agronomiche che permettono di dare in output modelli di difesa e consulenze tecniche. [19]

- **Meter Group:** azienda nata dall'unione dell'azienda americana Decagon Devices, Inc. con sede a Washington e dell'azienda tedesca UMS AG con sede a Monaco di Baviera. L'azienda ad oggi è leader nel settore nella produzione di sensori per l'agricoltura grazie alla precisione ed eccellenza dei prodotti sviluppati.

Meter Group propone soluzioni tecnologiche di diversa natura, con lo sviluppo di numerosi hardware, come quelli presentati al paragrafo 2.1. La loro core competence è l'ingegnerizzazione di prodotto, le forti competenze ingegneristiche danno all'azienda un vantaggio competitivo legato molto all'affidabilità delle soluzioni legate alla storia dell'azienda.[10]

- **iFarming:** è una start-up innovativa che opera nel campo dell'agricoltura di precisione. Nasce a Imola, dalla collaborazione di tre aziende con una consolidata esperienza nel campo della Ricerca Applicata, delle Scienze Agronomiche, dell'Information Technology applicata all'automazione industriale e allo sviluppo di applicazioni software per l'ottimizzazione di processi di

business nell'agroindustria.

Le proposte di iFarming si sviluppano anche in ambito hardware di tecnologie come i sensori meteorologici e/o umidità del suolo. Le tecnologie sono perfettamente integrabili con il software di gestione da loro proposto, riducendo al minimo l'incompatibilità dei dati. iFarming offre anche servizi di consulenza e formazione tecnologica.[18]

- **Nimbus:** è una azienda aeronautica che dal 2006 progetta Unmanned Aerial Vehicle (UAS) personalizzati sulle esigenze del cliente. In questi 17 anni di attività ha sviluppato competenze e prodotti oltre che per l'agricoltura di precisione anche per ispezione e manutenzione delle linee elettriche, logistica e trasporto dei dangerous goods, surveillance e gas detection e controllo dei sistemi aeroportuali.

Nimbus offre droni certificati per le applicazioni sopracitate e possiede brevetti per tecnologie innovative. Inoltre, è riconosciuta da ENAC ed EASA e ha certificazioni di qualità ISO.

La value proposition aziendale si basata su droni innovativi che offrono un minor impatto operativo, una migliore raccolta dati, minor impatto ambientale, maggiore affidabilità e minori costi. Le metriche identificate riguardano la riduzione dei tempi di esecuzione del monitoraggio e dei trattamenti, la diminuzione delle emissioni di CO2 e dell'inquinamento acustico, nonché i risparmi di costi per i clienti derivanti dall'uso di droni.[20]

- **iGreenSystem:** è start-up nata dalla fusione del settore agricolo e fotovoltaico grazie alle aziende leader Romagna Impianti ed Eco Energia, offre una solida struttura per affrontare sfide di sostenibilità economica e agronomica. L'azienda integra competenze agricole approfondite, garantendo progetti su misura che rispettano le esigenze delle colture e massimizzano l'efficienza dell'impianto agrivoltaico. La pianificazione di iGreenSystem mira a garantire un rendimento energetico continuativo nel tempo, contribuendo complessivamente alla sostenibilità e all'efficienza.

- **Hort@:** è un'azienda italiana che si dedica a fornire servizi altamente qualificati alle filiere agricole e agroindustriali. Hort@ sfrutta avanzate tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) per le attività che si concentrano sull'elaborazione dei dati provenienti da sensori, utilizzati per monitorare diverse variabili nell'ambiente agricolo, come condizioni meteorologiche, umidità del suolo, e altri parametri rilevanti.

I dati raccolti vengono poi utilizzati per sviluppare sistemi di supporto alle decisioni (DSS, Decision Support Systems) che assistono gli agricoltori nella gestione sostenibile delle colture. Questi sistemi integrano tecnologie ICT per analizzare, interpretare e visualizzare i dati in modo significativo, ciò include

informazioni sulla pianificazione delle coltivazioni, ottimizzazione delle risorse, controllo della qualità e gestione dei rischi.

L'approccio di Hort@ mira a integrare la tecnologia e l'agricoltura in modo sinergico, favorendo la sostenibilità ambientale e l'efficienza operativa, così l'azienda contribuisce a modernizzare il settore agricolo, rendendolo più competitivo e orientato verso la sicurezza alimentare a lungo termine.[50]

- **Romagna Impianti:** è un'azienda specializzata nel fornire servizi e soluzioni impiantistiche nel settore vitivinicolo. La sua attività comprende la progettazione, l'installazione e la manutenzione di impianti agricoli tra cui quelli destinati alla produzione di uva.

L'azienda è coinvolta nella progettazione personalizzata di impianti vinicoli, utilizzando tecnologie come il GPS per la geolocalizzazione degli impianti per una progettazione CAD; si occupa dell'installazione di attrezzature chiave, come sistema di palificazione, posa del sistema idrico ecc; propone soluzioni avanzate di automazione per migliorare l'efficienza operativa, la gestione del processo di coltivazione e raccolta del frutto e infine fornisce servizi di manutenzione preventiva e assistenza tecnica per garantire il corretto funzionamento degli impianti nel tempo.[51]

- **MannaTech:** è un'azienda con sede in Israele specializzata nell'elaborazione dei dati satellitari per fornire informazioni approfondite sullo stato del terreno e delle malattie delle piante. Fondata con la missione di trasformare l'agricoltura attraverso l'impiego innovativo della tecnologia spaziale, Manna Tech è all'avanguardia nell'integrazione di dati satellitari avanzati e analisi approfondite per ottimizzare la produzione agricola.

L'azienda utilizza avanzate tecnologie di elaborazione dati per acquisire immagini satellitari ad alta risoluzione, una volta acquistate le immagini vengono analizzate per estrarre informazioni cruciali sulle condizioni del terreno, l'umidità del suolo e l'andamento delle coltivazioni.

Attraverso l'analisi delle immagini satellitari, è in grado di identificare precocemente segni di stress vegetativo e potenziali malattie delle piante e questa capacità predittiva consente agli agricoltori di intervenire in modo tempestivo, riducendo al minimo le perdite di raccolto.

Manna Tech implementa un sistema di allerta anticipato che fornisce notifiche agli agricoltori in caso di condizioni anomale rilevate dalle immagini satellitari, cioè consente agli operatori agricoli di adottare misure correttive e di gestire le risorse in modo efficiente. Manna Tech ha l'obiettivo di rivoluzionare l'agricoltura attraverso l'innovazione tecnologica, aiutando gli agricoltori a prendere decisioni più informate, riducendo gli impatti ambientali e contribuendo a garantire una produzione alimentare sostenibile.[52]

- **Bayer:** come terza maggiore azienda al mondo nel settore agricolo, si impegna a plasmare il futuro dell'agricoltura attraverso soluzioni personalizzate, con un forte focus su sostenibilità, innovazione e tecnologie digitali. Questi elementi sono fondamentali per l'avanzamento del settore, a vantaggio degli agricoltori, della società e del pianeta. La divisione di Bayer che si occupa di agricoltura è la Bayer Crop Science, la cui mission si concentra sullo sviluppo di innovazioni nella protezione chimica e biologica delle colture e delle sementi.

Inoltre, l'azienda si propone di guidare la trasformazione digitale attraverso ulteriori sviluppi nell'ambito dell'agricoltura digitale. Un obiettivo prioritario è l'adozione di nuovi standard di sostenibilità, riconoscendo che l'agricoltura è fondamentale per affrontare le sfide future, come la crescita demografica, la limitata disponibilità di terreni coltivabili e la necessità di preservare le risorse e ridurre le emissioni di CO₂.^[53]

La strategia di Bayer si basa su tre elementi chiave:

1. *Ampliamento del Portfolio Crop Protection:* L'azienda mira a sviluppare soluzioni più integrate per le principali colture, potenziando il suo portafoglio di protezione delle colture.
2. *Centralità al Cliente:* Bayer si impegna a garantire maggiore centralità al cliente lungo l'intera catena del valore, assicurando un supporto efficace e personalizzato.
3. *Innovazione e Digital Farming:* La strategia include l'innovazione continua nella protezione chimica e biologica delle colture e delle sementi, insieme allo sviluppo continuo dell'agricoltura digitale, tracciando la via per un settore agricolo sempre più avanzato e sostenibile.

- **Syngenta:** è un'azienda globale attiva nel settore agricolo, specializzata nella produzione e commercializzazione di prodotti per la protezione delle colture, sementi e prodotti chimici agricoli. Fondata nel 2000 come risultato della fusione di Novartis Agribusiness e Zeneca Agrochemicals, Syngenta è diventata una delle principali aziende del settore agrochimico. Nel 2020, Syngenta è stata acquisita dalla ChemChina (China National Chemical Corporation), diventandone una sussidiaria.

L'azienda produce una vasta gamma di prodotti per la protezione delle colture, come pesticidi, erbicidi, fungicidi e insetticidi e questi prodotti sono progettati per aiutare gli agricoltori a gestire le malattie delle piante, le infestazioni di insetti e le erbacce, migliorando così la resa delle colture. L'azienda si impegna a sviluppare varietà di colture più resistenti, produttive e adattate alle esigenze degli agricoltori e produce anche prodotti chimici agricoli come fertilizzanti e altri prodotti per migliorare la salute delle colture.

L'azienda si impegna a promuovere la sostenibilità agricola, sviluppando

soluzioni che migliorino l'efficienza delle pratiche agricole e riducano l'impatto ambientale.[54]

Alla luce delle descrizioni fatte per gli attori, la tabella sottostante riporta quali competenze tecnologiche gli attori hanno scquisito ad oggi:

	METER GROUP	AGRICOLUS	IFARMING	NIMBUS	IGREEN SYSTEM	HORT@	ROMAGNA IMPIANTI	MANNA TECH	BAYER	SYNGENTA
CONOSCENZE AGRONOMICHE	X	X	X			X	X		X	X
INTELLIGENZA ARTIFICIALE (AI)	X	X		X		X		X	X	
PROGRAMMAZIONE	X	X		X		X		X	X	
ANALISI DEI DATI	X	X	X			X		X	X	
CONOSCENZE IN METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA	X				X	X		X		
SENSORI E STRUMENTAZIONE	X	X	X	X		X	X			
TECNOLOGIE DEI DRONI				X						
SENSORI MULTISPETTRALI	X			X						
FIBRA OTTICA E SENSORI										
ENERGIA FOTOVOLTAICA										
PROGETTAZIONE DEI SISTEMI FOTOVOLTAICI					X					
INSTALLAZIONE DEI PANNELLI SOLARI					X		X			
MANUTENZIONE DEI PANNELLI SOLARI					X					
ENERGIA EOLICA					X					
PROGETTAZIONE DEI SISTEMI EOLICI										
INSTALLAZIONE DELLE MICROTURBINE										
MANUTENZIONE DELLE MICROTURBINE										
SVILUPPO SOFTWARE	X	X		X		X				
CLOUD COMPUTING	X	X	X	X		X				
SICUREZZA DEI DATI	X	X		X		X				
COMPETENZE BIOMEDICHE									X	X
TECNICHE DI BIOLOGIA MOLECOLARE									X	X
ANALISI GENETICA									X	X
TECNICHE DI GENOME EDITING									X	X
ETICA E REGOLAMENTAZIONE									X	X
LEGGIE E REGOLAMENTI	X	X	X	X	X	X			X	X

Figura 2.51: Tabella correlazione Competenze-Attori

2.4.2 I principali attori tra gli organi pubblici

- **CREA (Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria):** è il principale Ente di ricerca italiano dedicato alle filiere agroalimentari, vigilato dal Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste (Masaf). Si occupa di studi e ricerche nel campo dell'energia e dell'ambiente che fornisce supporto scientifico e tecnologico per affrontare le sfide legate alla sostenibilità, all'efficienza energetica e alla gestione delle risorse ambientali.

Il CREA svolge attività di ricerca multidisciplinare con 12 Centri di ricerca, 6 di filiera e 6 trasversali, coinvolgendo esperti in diverse discipline come la chimica, la biologia, la fisica e l'ingegneria e le aree di ricerca includono la produzione di energia da fonti rinnovabili, lo sviluppo di tecnologie eco-sostenibili, la gestione delle risorse idriche, la valutazione dell'impatto ambientale e lo studio dei cambiamenti climatici.[55]

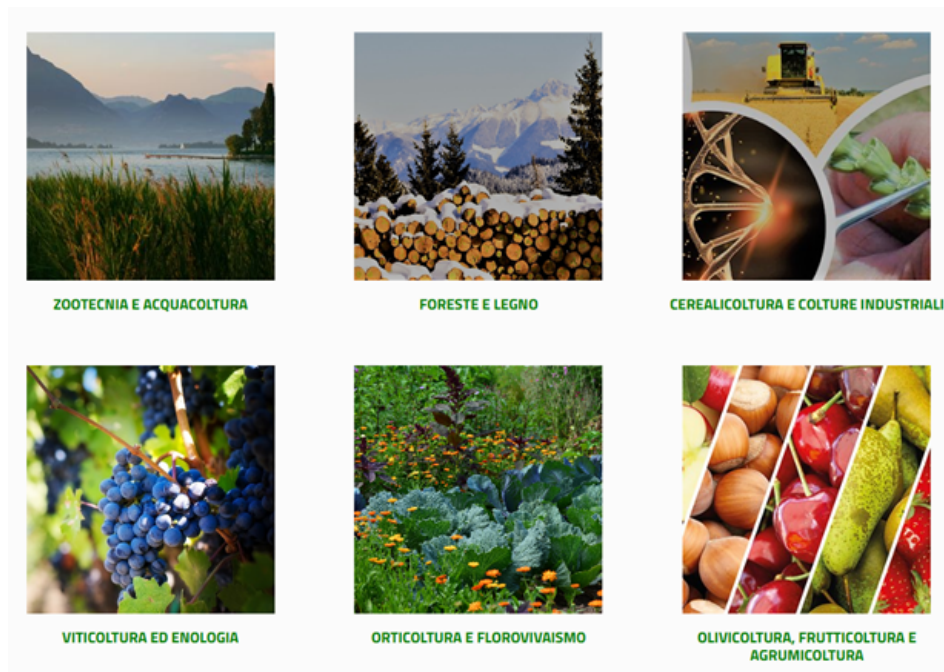


Figura 2.52: Centri di ricerca trasversali CREA[55]

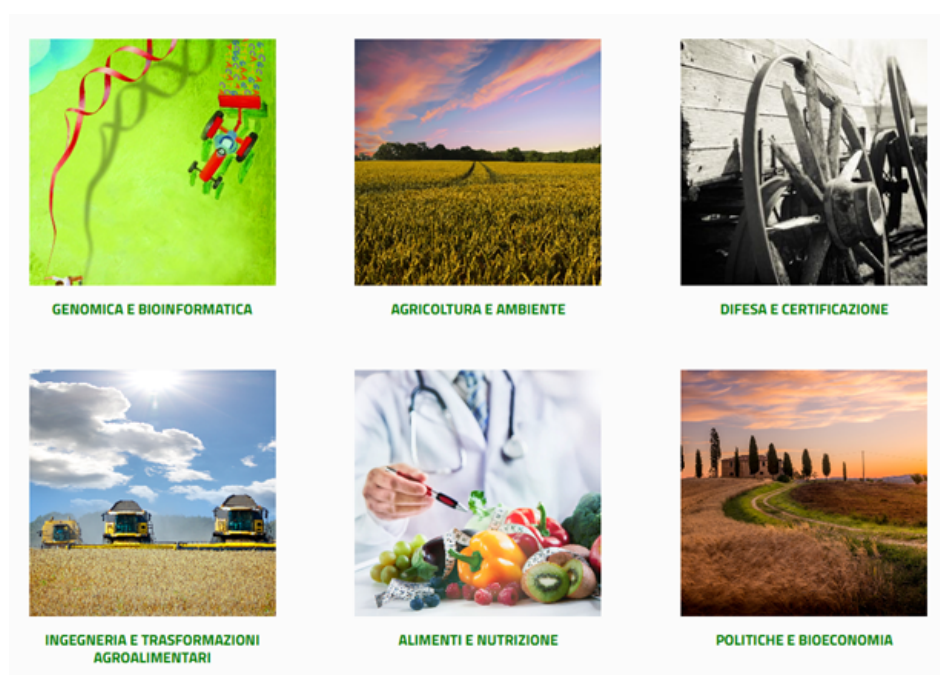


Figura 2.53: Centri di ricerca di filiera CREA[55]

- **ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile):** è un ente di ricerca italiano che si concentra su diverse aree, inclusi l'energia, l'ambiente e le nuove tecnologie. L'ente è coinvolto nello studio e nello sviluppo dell'energia nucleare, della sicurezza nucleare, e nella gestione dei rifiuti radioattivi, oltre a promuovere lo sviluppo e l'utilizzo di energie rinnovabili come il solare, l'eolico, l'idroelettrico, le biomasse e in generale tecnologie che mirano a rendere ambientalmente sostenibili pratiche industriali e agricole. L'agenzia collabora attivamente con organizzazioni e istituti di ricerca a livello internazionale, partecipando a progetti condivisi e condividendo conoscenze e risorse e gioca un ruolo significativo nello sviluppo tecnologico in Italia, contribuendo all'avanzamento scientifico e tecnologico e sostenendo lo sviluppo per affrontare le sfide ambientali ed energetiche.[48]
- **MASAF (Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste):** è l'organo governativo italiano responsabile della formulazione e attuazione delle politiche relative all'agricoltura, all'alimentazione, alle foreste e alle politiche rurali. Il ministero si occupa di promuovere lo sviluppo sostenibile del settore agricolo e forestale, garantendo al contempo la sicurezza alimentare e la tutela dell'ambiente. Tra le sue responsabilità e attività principali, si occupa di sviluppare e attuare

politiche per sostenere il settore agricolo, promuovendo la competitività delle aziende agricole, garantire la qualità dei prodotti agricoli italiani e gestire le risorse agricole in modo sostenibile. Inoltre, gestisce le politiche relative alle risorse forestali, promuovendo la gestione sostenibile delle foreste e la conservazione della biodiversità.

Il ministero lavora anche per promuovere lo sviluppo equilibrato delle aree rurali, sostenendo iniziative volte a migliorare la qualità della vita nelle comunità rurali e promuovendo la diversificazione economica. Partecipa attivamente a negoziati internazionali riguardanti l'agricoltura, contribuendo alla definizione di normative e accordi internazionali nel settore. Inoltre, il ministero favorisce la ricerca scientifica nel settore agricolo e forestale, promuovendo l'innovazione e lo sviluppo di pratiche sostenibili.[56]

Capitolo 3

Analisi delle tecnologie e delle dinamiche di diffusione

Il presente capitolo si propone di esplorare il panorama delle tecnologie emergenti descritte al capitolo 2, gettando uno sguardo attento su una vasta gamma di elementi che delineano il contesto tecnologico, economico e socio-culturale. Attraverso l'utilizzo e lo sviluppo di strumenti come l'Analisi PESTEL, i paradigmi tecnologici, il modello di Henderson e Clark, le curve a S, il modello di Rogers, il modello di Porter e il modello di Abernathy e Utterback, si intendono svelare le dinamiche che plasmano l'evoluzione delle tecnologie nel settore vitivinicolo.

L'Analisi PESTEL fornisce un quadro completo delle influenze politiche, economiche, sociali, tecnologiche, ambientali e normative che modellano il settore, evidenziando le opportunità e le sfide emergenti. L'esame dei paradigmi tecnologici consente di comprendere come le tecnologie stiano convergendo e interagendo, definendo le traiettorie future dell'innovazione. Il modello di Henderson e Clark, permette di esplorare le fasi di sviluppo e adozione delle tecnologie, mentre le curve a S offrono una prospettiva chiara sulla dinamica della diffusione e l'evoluzione tecnologica nel settore. Il modello di Rogers, focalizzato sull'adozione delle innovazioni, identifica i fattori chiave che influenzano la diffusione e l'accettazione delle nuove tecnologie da parte degli attori industriali del settore. Infine, il modello di Abernathy e Utterback fornisce una guida nell'interpretazione delle fasi di sviluppo e consolidamento delle tecnologie.

Attraverso questa analisi, si mira a delineare una prospettiva chiara delle tecnologie emergenti in vitivinicoltura, prevedendo le dinamiche di diffusione che caratterizzeranno gli anni futuri. La comprensione approfondita di questi aspetti è essenziale per gli stakeholder del settore al fine di guidare l'adozione consapevole e di successo delle nuove tecnologie, contribuendo a plasmare il futuro della vitivinicoltura in un contesto sempre più dinamico e competitivo.

3.1 Analisi PESTEL

L'analisi PESTEL è un quadro strategico utilizzato per valutare e comprendere l'impatto degli ambienti esterni sugli affari. L'acronimo PESTEL rappresenta sei categorie di fattori:

1. **Politici (*Political*):** Questi includono fattori come stabilità politica, politiche fiscali, regolamentazioni governative e politiche commerciali.
2. **Economici (*Economic*):** Questi fattori riguardano le condizioni economiche come vantaggi derivanti dall'adozione delle tecnologie, costo delle tecnologie e cicli economici.
3. **Sociali (*Social*):** Questi fattori riflettono aspetti socioculturali come demografia, stili di vita, valori culturali e tendenze sociali.
4. **Tecnologici (*Technological*):** Questi riguardano lo sviluppo tecnologico e l'innovazione per monitorare i progressi tecnologici e rimanere competitivi nel mercato.
5. **Ambientali (*Environmental*):** Questi fattori considerano gli impatti ambientali delle attività commerciali, come sostenibilità, cambiamenti climatici e normative ambientali.
6. **Normativa (*Legal*):** Questi includono leggi e regolamenti che possono influenzare le attività dell'organizzazione, come leggi sul lavoro, normative antitrust e normative sulla privacy.

L'utilità dell'analisi PESTEL risiede nel fornire una visione completa dell'ambiente esterno di un'organizzazione e aiuta a identificare le opportunità emergenti e le minacce potenziali, consentendo alle aziende di sviluppare strategie mirate e adattarsi efficacemente alle dinamiche del mercato[57].

Le analisi seguenti sono state differenziate, qualora ritenuto necessario, per le diverse tecnologie.

3.1.1 Analisi Politica

¹L'Italia ha avviato diversi programmi e iniziative per promuovere l'agricoltura 4.0, che si basa sull'uso di tecnologie avanzate, come sistemi IoT, intelligenza

¹Per le seguenti tecnologie: Irrigazione mirata, Droni per imaging, Droni per trattamenti, Sensori meteo, Telecamere per imaging, Software gestionali, Modelli di difesa, Imaging satellitare e Sensori In Fibra Ottica

artificiale (AI), robotica e sensoristica digitale, per migliorare l'efficienza e la sostenibilità dell'agricoltura. Queste iniziative includono finanziamenti e incentivi per incoraggiare gli agricoltori a adottare tali tecnologie come:

- *Piano Nazionale Transizione 4.0*: Il governo italiano ha annunciato il "Piano Nazionale Transizione 4.0," che prevede investimenti pari a 24 miliardi di euro per la trasformazione digitale dell'industria, agricola compresa. Questo piano fornisce incentivi fiscali (sotto forma di credito d'imposta) e finanziamenti a favore delle aziende che investono in tecnologie avanzate per migliorare la produzione e la sostenibilità. Il piano riguarda agevolazioni per le attività di: Ricerca & Sviluppo, innovazione e design, ideazione estetica e green economy.
- *Fondo per lo Sviluppo e la Coesione (FSC)*: è il principale strumento del governo italiano per finanziamento per l'attuazione delle politiche di attenuazione degli squilibri economici e sociali sul territorio nazionale. Questi fondi pari a 32,4 miliardi di euro per il periodo 2021-2027 sono impiegate su diversi focus, declinati per le 12 aree Tematiche, tra cui: Ricerca e innovazione, Digitalizzazione, Sostenibilità ambientale e Energia.
- *Fondo Rotativo Contratti di Filiera (FCF)*: è un fondo rotativo istituito dal MASAF per promuovere gli investimenti privati e facilitare l'erogazione di finanziamenti pubblici nei settori agroalimentare, pesca e acquacoltura, silvicoltura, floricoltura e vivaismo. Lo strumento opererà erogando contributi a fondo perduto e finanziamenti agevolati e tramite bandi gestiti da ISMEA (Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare). Il Fondo ha come target di sostenere le imprese, i gruppi di imprese o le associazioni di produttori agricoli per le attività di ricerca e diffusione della conoscenza, nei settori interessati, per ottimizzare l'efficienza delle filiere. L'obiettivo della misura è ridurre le emissioni di gas inquinanti, gli sprechi di risorse e l'utilizzo di pesticidi e fitofarmaci. La misura ha stanziato il trasferimento di 1,96 miliardi di euro a ISMEA.

²In Italia, ci sono stati sviluppi significativi e crescente interesse per il settore dell'agrovoltaico, infatti gli agricoltori e le aziende che desiderano investire in progetti di agrovoltaico possono beneficiare di diversi programmi di finanziamento e incentivi come i *Fondi del PNRR - Parco Agrisolare*[58].

L'obiettivo della misura è sostenere gli investimenti per la realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica solare nel settore agricolo e agroindustriale, escludendo il consumo di suolo. Il bando ha messo a disposizione 1,5 miliardi di euro. L'incentivo copre le spese l'installazione dei pannelli fotovoltaici e fino

²Per le seguenti tecnologie: Pannelli solari

a 1.000 €/Kwh ma non oltre i 50.000 € e finanzia le voci di spesa di acquisto e posa di moduli fotovoltaici, realizzazione di impianto elettrico compresi sistemi di accumul, software gestionale, fornitura e messa in opera dei materiali necessari alla realizzazione degli interventi e costi di connessione alla rete elettrica nazionale. La spesa massima ammissibile è pari a 750.000 € per singolo progetto nel limite massimo di 1.000.000 € per singolo soggetto beneficiario.

3.1.2 Analisi Economica

³I vantaggi economici dell'agricoltura 4.0 includono un aumento della produttività, la riduzione dei costi operativi, un miglioramento della qualità delle colture, la riduzione degli sprechi e una maggiore sostenibilità ambientale. Le stime sulla corretta applicazione dell'agricoltura di precisione sono un incremento del 16% della resa in termini di frutto, al netto di una riduzione del 40% in termini di costi legati all'energia. Tuttavia, ci sono anche svantaggi economici, come investimenti iniziali elevati, dipendenza dalla tecnologia, costi di manutenzione continui.

⁴L'Italia è tra i paesi con il più alto consumo diretto di energia nella produzione alimentare dell'Unione Europea (terza dopo Francia e Germania). I costi energetici totali rappresentano oltre il 20% dei costi variabili per le aziende agricole, con percentuali più elevate per alcuni sottosectori produttivi. La riduzione dei costi energetici è uno degli aspetti chiave, che consente alle aziende di generare in modo sostenibile l'energia necessaria, nonostante i costi iniziali, l'investimento si ammortizza nel tempo grazie ai risparmi energetici a lungo termine. Gli incentivi fiscali e i sussidi disponibili in molte giurisdizioni contribuiscono a rendere più conveniente l'adozione di questa tecnologia. La transizione verso l'autoapprovvigionamento energetico offre stabilità contro l'instabilità dei prezzi dell'energia.

⁵L'introduzione di microturbine eoliche nella vitivinicoltura può portare a una riduzione dei costi energetici tra il 20% e il 40% degli attuali. La produzione energetica delle microturbine, variabile in base alle dimensioni e alla potenza, può contribuire a raggiungere un certo grado di autosufficienza energetica ma comunque non garantisce i risparmi economici dell'agrivoltaico.

³Per le seguenti tecnologie: Irrigazione mirata, Droni per imaging, Droni per trattamenti, Sensori meteo, Telecamere per imaging, Software gestionali, Modelli di difesa, Imaging satellitare, Sensori In Fibra Ottica

⁴Per le seguenti tecnologie: Pannelli solari

⁵Per le seguenti tecnologie: Microturbine eoliche

⁶Si stima una riduzione del 70% dei trattamenti fitosanitari, infatti in annate climaticamente sfortunate, potrebbero essere sufficienti circa 3-4 trattamenti fitosanitari contro i 12-15 necessari per le varietà di Vitis Vinifera tradizionale. Questo comporterebbe una riduzione dei costi dei pesticidi e un grande risparmio idrico. Anche se l'inserimento degli ibridi è ritenuto utile solo nelle aree più settentrionali della penisola, ma meno essenziale nelle zone del Centro-Sud, dove è più bassa la pressione di alcune malattie fungine.

3.1.3 Analisi sociale

⁷In Italia, l'agricoltura 4.0 è vista in modo positivo e suscita interesse crescente tra le comunità agricole e le parti interessate del settore, infatti questo interesse è guidato dall'aspirazione a migliorare l'efficienza, la sostenibilità e la qualità delle colture. La formazione e la consapevolezza delle aziende e degli agricoltori sono vitali perchè devono acquisire nuove competenze per utilizzare efficacemente le nuove tecnologie, in un settore che storicamente è stato restio all'innovazione tecnologica. Anche se negli ultimi anni, anche in risposta all'aumento delle richieste dei consumatori di prodotti biologici, ambientalmente sostenibili e più naturali, tutto il mondo agricolo ha iniziato a movimentarsi, lentamente ma non è più fermo; le aziende hanno iniziato a prendere consapevolezza di essere delle fabbriche seppur a cielo aperto e come tali necessitano dell'applicazione di tecnologie per ottimizzare i loro processi e efficientare il loro processo produttivo.

⁸Il dubbio della società nell'utilizzo delle due tecnologie è un argomento complesso che si intreccia con alla paura degli organismi geneticamente modificati (OGM) e alla possibile distruzione della filiera attuale vitivinicola. Un tema importante è la scarsa conoscenza delle tecniche coinvolte che genera preoccupazioni riguardo agli effetti collaterali non previsti e alla sicurezza dei prodotti risultanti. Molte persone temono che la manipolazione genetica possa portare a conseguenze negative per la salute umana e per l'ambiente e questo pensiero è alimentato a volte da percezioni distorte che circolano nei media e social network. Inoltre, la tradizione e la cultura legate alla produzione di vino sono profondamente radicate nelle comunità, e l'introduzione di nuove tecnologie viene vista come una minaccia alla diversità e all'autenticità dei prodotti. Per affrontare queste preoccupazioni, è

⁶Per le seguenti tecnologie: Ibridi resistenti e Genome editing

⁷Per le seguenti tecnologie: Irrigazione mirata, Droni per imaging, Droni per trattamenti, Sensori meteo, Telecamere per imaging, Software gestionali, Modelli di difesa, Imaging satellitare, Sensori In Fibra Ottica, Pannelli solari e Microturbine eoliche

⁸Per le seguenti tecnologie: Ibridi resistenti e Genome editing

essenziale promuovere la ricerca scientifica trasparente e la divulgazione accurata delle informazioni. La creazione di regolamenti rigorosi e l'implementazione di standard di sicurezza possono contribuire a mitigare le paure legate all'utilizzo delle nuove tecnologie genetiche ma anche la partecipazione attiva del pubblico nel processo decisionale e un dialogo aperto tra scienziati, agricoltori, produttori e consumatori sono fondamentali per superare le resistenze e creare un consenso sociale sull'adozione responsabile delle nuove tecnologie agricole.

3.1.4 Analisi tecnologica

Per evitare la ridondanza di informazioni, si consideri il paragrafo 2.1 come analisi tecnologica per le diverse tecnologie, in quanto sono già state descritte, sia il meccanismo di base che permette lo sviluppo della tecnologia in sé ma anche alcune implementazioni fisiche già in uso.

3.1.5 Analisi ambientale

⁹La vitivinicoltura, è un settore che ha un impatto significativo sull'ambiente. Questo impatto si estende lungo l'intera catena di produzione, dall'agricoltura delle viti fino al consumo e allo smaltimento delle bottiglie. L'industria vinicola si trova ad affrontare sfide legate alla sostenibilità ambientale e uno degli aspetti più critici è rappresentato dall'uso di pesticidi e fertilizzanti nelle vigne, che può contribuire all'inquinamento del suolo e delle risorse idriche circostanti.

Il consumo di energia durante la produzione e la distribuzione del vino, insieme alle emissioni associate ai trasporti, costituisce un'altra fonte di impatto ambientale. Tuttavia, sempre più aziende nel settore della vitivinicoltura stanno adottando approcci orientati alla sostenibilità e ciò include pratiche agricole biologiche e biodinamiche, che minimizzano l'uso di pesticidi e fertilizzanti chimici. Il settore vinicolo sta anche affrontando la sfida della gestione responsabile dell'acqua, considerando che la coltivazione delle viti richiede un approvvigionamento idrico significativo. Al fine di approfondire lo studio, sono stati stimati i consumi italiani, dal 2006 ad oggi, di acqua, agrofarmaci ed energia durante la fase di coltivazione dell'uva da mosto:

⁹Per tutte le tecnologie

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Tonnellate Di Uva Prodotta	71.902.867	61.784.272	65.999.190	64.536.939	66.135.945	58.487.893	60.712.868	70.131.365	61.298.278	69.470.059	73.363.749	62.707.212	75.774.953	69.421.721	72.315.423	71.947.263	75.124.729	68.667.097
Kg Di Agrofarmaci Per Kg Di Uva Prodotta	389.656.520	321.034.980	328.208.649	306.535.974	299.373.067	251.701.940	247.729.392	270.510.720	222.761.403	236.956.302	233.866.671	185.903.368	207.735.608	174.827.314	165.977.892	149.078.307	138.898.556	111.636.364
Kl Acqua Per Tonnellate Di Uva Prodotta	61.117.437	53.061.787	57.264.003	56.564.729	58.549.763	52.295.057	54.820.148	63.943.303	56.430.474	64.566.290	68.832.459	59.387.418	72.431.940	66.971.543	70.401.191	70.677.605	74.461.864	68.667.097
Kwh Per Tonnellate Di Uva Prodotta	934.737	810.464	873.519	861.758	890.890	794.747	832.123	969.463	854.570	976.667	1.040.039	896.344	1.092.051	1.008.657	1.059.208	1.062.280	1.118.033	1.030.006
Kg Di Agrofarmaco Kg Di Uva Prodotta	5,42	5,2	4,97	4,75	4,53	4,30	4,08	3,86	3,63	3,41	3,19	2,96	2,74	2,52	2,3	2,07	1,85	1,63
L Acqua Kg Uva Prodotta	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00
Kwh/Tonnellate Di Uva Prodotta	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02

Figura 3.1: Stime consumi ambientali dal 2006 al 2023

Si noti come il settore della vitivinicoltura ha un impatto ambientale rilevante, come dimostrano le stime, ma ci sono sforzi crescenti per rendere questa industria più sostenibile. La consapevolezza ambientale e l'adozione di pratiche agricole e produttive ecocompatibili, oltre che l'adozione delle tecnologie descritte in questo studio, porterebbe vantaggi significativi, secondo le stime diffuse dalle aziende e start-up del settore, i consumi di acqua potrebbero essere ridotti del 50% e la stessa percentuale si avrebbe per la riduzione della liberazione di gas serra nell'aria.

3.1.6 Analisi normativa

Nuovi impianti vitivinicoli

Importante citare il *Regolamento (UE) n. 1308/2013*, infatti dal 1° gennaio 2016, gli Stati membri dell'Unione Europea hanno la possibilità di concedere autorizzazioni gratuite per l'impianto di nuovi vigneti, limitate a una quota massima dell'1% del totale del vigneto nazionale annuo ma questa percentuale può essere ridotta e regolamentata in specifiche zone, come ad esempio per i vini di qualità, considerando le raccomandazioni dei Consorzi di Tutela e/o delle Organizzazioni di Produttori.

In caso di richieste di autorizzazioni che superano l'1%, le concessioni saranno assegnate in proporzione o secondo criteri prioritari, come giovani produttori, requisiti ambientali, riorganizzazione fondiaria, sostenibilità economica, miglioramento della competitività aziendale e territoriale, elevazione della qualità dei prodotti a Denominazione di Origine Protetta (DOP) o Indicazione Geografica Protetta (IGP), e aumento delle dimensioni di aziende piccole e medie.

È importante notare che gli Stati membri non hanno il libero arbitrio di ridurre o limitare arbitrariamente le autorizzazioni per l'impianto di vigneti. Qualsiasi restrizione deve essere adeguatamente giustificata, ad esempio, per evitare eccessi di offerta o svalutazione dei prodotti DOP o IGP, contribuendo così a una crescita ordinata degli impianti vitati.

Irrigazione mirata

In Italia è soggetta a una serie di normative e regolamenti che ne regolamentano l'uso al fine di promuovere la gestione sostenibile delle risorse idriche e la tutela dell'ambiente.

- Il *Codice dell'Ambiente*, disciplinato dal *Decreto Legislativo 152/2006*, costituisce il principale strumento normativo in Italia per la gestione delle risorse ambientali, comprese le acque. Questo codice promuove la tutela delle risorse idriche, definendo norme per la loro gestione sostenibile e per la prevenzione dell'inquinamento. Nell'ambito dell'irrigazione in agricoltura, stabilisce regole relative alle autorizzazioni e concessioni per l'uso dell'acqua, incoraggiando pratiche agricole che rispettino la quantità e la qualità delle risorse idriche.
- I *Piani di Utilizzo delle Acque (PUA)* rappresentano documenti di pianificazione cruciale per la distribuzione delle risorse idriche su un territorio specifico. Questi piani definiscono l'assegnazione delle risorse, stabilendo quote e criteri di priorità per l'uso dell'acqua. Inoltre, promuovono la sostenibilità, considerando le condizioni locali e coinvolgendo gli stakeholder, compresi gli agricoltori, nella definizione delle politiche di gestione delle acque.

Sensori meteo

In Italia, l'utilizzo di sensori meteo in agricoltura è influenzato da diverse normative che riguardano la qualità dell'aria, l'irrigazione, l'agricoltura di precisione e la gestione dei dati.

- La *Direttiva 2008/50/CE* del Parlamento Europeo e del Consiglio stabilisce norme sulla qualità dell'aria ambiente e sul controllo dell'inquinamento atmosferico. In Italia, è stata recepita attraverso il *Decreto Legislativo 155/2010*. Questa direttiva mira a definire limiti massimi di concentrazione per vari inquinanti atmosferici al fine di proteggere la salute umana e l'ambiente. Introduce anche l'obbligo di sviluppare piani e programmi di qualità dell'aria, monitoraggio e segnalazione delle concentrazioni di inquinanti, nonché l'informazione del pubblico su livelli di inquinamento e misure adottate.
- La *Legge Quadro sull'Acqua (Legge 36/1994)* in Italia fornisce il quadro generale per la gestione delle risorse idriche. Approvata nel 1994, promuove un uso sostenibile e razionale dell'acqua, la tutela delle risorse idriche e la prevenzione dei fenomeni di inquinamento. La legge introduce la pianificazione idrogeologica, la partecipazione pubblica, la tutela delle acque sotterranee e superficiali, e promuove il risparmio e l'uso razionale dell'acqua.
- Il *Decreto Legislativo 152/2006* attua la normativa quadro per l'ambiente in Italia. Il Titolo V del decreto disciplina le acque e le bonifiche, recependo

diverse direttive europee. Questo decreto stabilisce norme per la tutela delle acque, regola le autorizzazioni e i controlli per gli scarichi inquinanti, e introduce l'obbligo di sviluppare Piani di Gestione delle Acque per raggiungere obiettivi di qualità e gestire sostenibilmente le risorse idriche.

Modelli di difesa:

La *Direttiva europea 2009/128/CE*, concernente l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari (PF), impone a tutti gli utilizzatori professionali l'obbligo di attuare i principi della difesa integrata a partire dal 1° gennaio 2014. Questa disposizione è ribadita nel *Regolamento 1107/2009*, che all'articolo 55 stabilisce che l'uso corretto dei prodotti fitosanitari comporta l'applicazione dei principi di buona pratica fitosanitaria e il rispetto delle condizioni specificate sull'etichetta, nonché delle disposizioni della *direttiva 2009/128/CE*. Di conseguenza:

- a) Le indicazioni riportate nelle etichette dei PF devono essere rigorosamente rispettate, sostituendo l'obbligo precedentemente regolato dall'art. 3 del *D.Lgs. 194 del 1995*.
- b) L'obbligo di applicare i principi della difesa integrata è ancorato in un regolamento che, richiamando la direttiva, ne rafforza l'attuazione.

A livello nazionale, il *Decreto Legislativo n. 150 del 14 agosto 2012*, recependo la *direttiva 128*, conferma l'obbligo della difesa integrata per gli utilizzatori professionali di PF a partire dal 1 gennaio 2014. Le strategie di difesa delle colture adottabili dalle aziende dal 1° gennaio 2014 includono:

- *Difesa integrata obbligatoria*: (art. 19 - *D.Lgs. 14 agosto 2012 n. 150*) costituisce il livello di base, necessario anche per rispettare i vincoli di condizionalità per ottenere i contributi PAC. L'uso di mezzi chimici deve essere sempre giustificato, e le autorità pubbliche, in particolare le Regioni, devono fornire servizi di monitoraggio, informazione, assistenza tecnica e consulenza sulla difesa fitosanitaria integrata. Gli utilizzatori professionali devono avere accesso ai dati meteorologici, dati fenologici e fitosanitari dalla rete di monitoraggio, bollettini territoriali di difesa integrata e materiale informativo per l'applicazione della difesa integrata. L'utilizzatore professionale rimane responsabile delle decisioni di intervento, mentre i servizi tecnici forniscono le informazioni necessarie.
- *Difesa integrata volontaria*: (art. 20 - *D.Lgs. 14 agosto 2012 n. 150*) impegna le aziende ad applicare i disciplinari di produzione integrata approvati ufficialmente dalle Regioni. Questi disciplinari considerano criteri come l'efficacia contro le avversità, il rischio per la salute umana e l'ambiente, la selettività per la coltura e la sostenibilità economica.

- *Agricoltura biologica*: (art. 21 - D.Lgs. 14 agosto 2012 n. 150) è incentivata e promossa dalle Regioni come ulteriore livello di qualificazione delle produzioni e tutela dell'ambiente (vedi scheda 5.3 - Agricoltura biologica). Le strategie di difesa delle colture applicabili rimangono difesa integrata obbligatoria, difesa integrata volontaria e agricoltura biologica dal 1° gennaio 2014.

Droni per trattamenti Droni per imaging

L'utilizzo dei droni in Italia è disciplinato da normative specifiche, principalmente riguardanti l'aviazione civile.

- Il *Regolamento di Esecuzione (UE) n. 947/2019*, in vigore dal 31 dicembre 2020, definisce norme e procedure per l'esercizio degli aeromobili senza equipaggio (UAS o droni) all'interno dell'Unione Europea (UE). Con l'entrata in vigore di questo regolamento, le regolamentazioni nazionali degli Stati membri relative alle operazioni con droni sono decadute, a meno che non rientrino nelle eccezioni specificate nell'articolo 2 comma 3 a) del Regolamento (UE) n. 1139/2018 e degli aspetti che rimangono di competenza dello Stato membro.
- *Regolamento UAS-IT ENAC*: L'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) ha risposto all'entrata in vigore del Regolamento (UE) n. 947/2019 pubblicando il Regolamento UAS-IT il 4 gennaio 2021. Questo regolamento disciplina insieme al Codice della Navigazione e il Regolamento "Mezzi Aerei a Pilotaggio Remoto" emanato dall'ENAC gli aspetti di competenza nazionale e stabilisce norme specifiche per l'operatività dei droni in Italia.

Da chiarire la figura dei piloti che sono tenuti a seguire le norme e le procedure stabilite dal regolamento e sono responsabili per la sicurezza delle loro operazioni. A livello normativo, il pilota di droni è spesso designato come "operatore di aeromobili a pilotaggio remoto" o "RPAS operator" (*Remotely Piloted Aircraft Systems operator*), a seconda del contesto normativo. La figura del pilota di droni è regolamentata per garantire la sicurezza delle operazioni aeree e proteggere la privacy e la sicurezza pubblica. Si possono definire due figure differenti:

- *Pilota in comando*: ha la responsabilità della conduzione del volo, è in possesso di un «Attestato di Pilota di APR» ottenuto presso un Centro di Addestramento Autorizzato da ENAC
- *Secondo pilota*: ha la responsabilità di assistere il Pilota in Comando ed eventualmente assumere il comando dell'aeromobile qualora si verificano determinate condizioni; è pure in possesso di un "Attestato di Pilota di APR".

Telecamere per imaging

Ad'oggi, le telecamere per immagini nell'ambito agricolo non sono ancora oggetto di normative specifiche, né a livello nazionale né europeo. Tale mancanza di regolamentazione può essere attribuita, in parte, al limitato utilizzo diffuso di questa tecnologia nel settore agricolo fino ad oggi.

Un ambito che potrebbe diventare oggetto di regolamentazione futura è la privacy, infatti con l'incremento dell'uso delle telecamere in agricoltura, potrebbero emergere preoccupazioni legate alla protezione dei dati personali e alla sicurezza delle informazioni raccolte e la sorveglianza delle coltivazioni e delle attività agricole attraverso le immagini potrebbe sollevare interrogativi riguardo alla privacy dei proprietari delle terre, dei lavoratori agricoli e di altre parti interessate.

La necessità di definire normative chiare potrebbe diventare sempre più urgente man mano che la tecnologia si diffonde nell'ambito agricolo.

Imaging satellitare

In Europa e negli Stati Uniti, le due principali potenze nel settore spaziale, diverse agenzie e organizzazioni svolgono un ruolo chiave nel plasmare e far rispettare le regole che governano l'acquisizione e l'uso di dati satellitari: l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) e la NASA, con la NOAA.

Le norme che guidano la raccolta, la distribuzione e l'impiego di immagini satellitari, considerando il delicato equilibrio tra progresso tecnologico e la necessità di tutelare la sicurezza, la privacy e l'ambiente, sono le seguenti:

- Il *Regolamento (UE) n. 377/2014* rappresenta un pilastro fondamentale per il programma Copernicus, un'iniziativa dell'Unione Europea finalizzata a fornire dati satellitari avanzati per monitorare e comprendere vari aspetti del nostro pianeta. Approvato dal Parlamento Europeo e dal Consiglio, questo regolamento è entrato in vigore per stabilire le regole e i principi chiave che guidano il programma Copernicus. Esso fornisce una base normativa completa per l'organizzazione e la gestione del programma, delineando le modalità di acquisizione, archiviazione, elaborazione e distribuzione dei dati satellitari raccolti.

Tra gli elementi cruciali, il regolamento delinea chiaramente la struttura organizzativa del programma Copernicus, stabilendo ruoli e responsabilità di varie entità coinvolte, tra cui l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) e l'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA). Inoltre, dettaglia i requisiti per l'accesso ai dati Copernicus, promuovendo la condivisione aperta e l'utilizzo libero delle informazioni raccolte.

Uno degli obiettivi principali del regolamento è garantire che i dati forniti dal programma Copernicus siano accessibili a un'ampia gamma di utenti, inclusi settori come la gestione delle catastrofi, l'agricoltura, la gestione del territorio e l'ambiente. In tal modo, il regolamento mira a sfruttare appieno il potenziale

delle tecnologie satellitari per rispondere alle sfide globali e migliorare la comprensione del nostro pianeta attraverso un flusso costante di dati rilevanti e aggiornati.

- Il *Land Remote Sensing Policy Act* è una legge degli Stati Uniti che disciplina il telerilevamento terrestre e la distribuzione dei dati ottenuti da satelliti. La versione più rilevante di questa legge è stata promulgata nel 1992. La legge enfatizza l'apertura degli archivi di dati da parte del governo statunitense, incoraggiando la condivisione di dati telerilevati e affronta anche la questione del commercio di immagini satellitari, cercando di equilibrare la necessità di garantire la sicurezza nazionale con l'interesse commerciale. Inoltre la legge assegna autorità specifiche alle agenzie statunitensi, in particolare all'U.S. Geological Survey (USGS), per regolare e gestire le attività di telerilevamento terrestre e sottolinea l'importanza della ricerca e dello sviluppo nel campo del telerilevamento terrestre, cercando di promuovere l'innovazione tecnologica e la crescita del settore.

Software gestionali

Al contrario di settori più specifici, l'ambito dei software gestionali in agricoltura non dispone attualmente di normative ad hoc.

Tuttavia, la gestione dei dati in questo contesto non è esente da regolamentazioni, e le principali direttive provengono dal *Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati (GDPR)* dell'Unione Europea che rappresenta un quadro normativo chiave nell'Unione Europea per la gestione e la protezione dei dati personali.

Approvato il 27 aprile 2016, il GDPR è entrato in vigore il 25 maggio 2018, sostituendo la Direttiva sulla protezione dei dati del 1995. L'obiettivo principale del GDPR è fornire una maggiore trasparenza, controllo e sicurezza per gli individui riguardo al trattamento dei loro dati personali. Sebbene inizialmente progettato per la protezione della privacy dei cittadini europei, il GDPR influenza in modo significativo qualsiasi organizzazione, comprese quelle al di fuori dell'Unione Europea, che tratta dati personali di individui europei e pertanto, si applica anche ai dati raccolti e gestiti attraverso software gestionali utilizzati nell'agricoltura digitale.

Questo regolamento pone l'accento su principi chiave come la trasparenza nel trattamento dei dati, la limitazione della finalità, la minimizzazione dei dati e l'obbligo di garantire la sicurezza e l'integrità delle informazioni personali.

Per i software gestionali agricoli, questo significa che gli agricoltori e le aziende del settore devono garantire che le pratiche di raccolta e gestione dati siano conformi a tali principi, proteggendo la privacy delle persone coinvolte.

Inoltre, il GDPR prevede la nomina di un Responsabile della Protezione dei Dati (Data Protection Officer - DPO) in alcune circostanze, il diritto all'oblio, la notifica

delle violazioni dei dati e altri diritti che devono essere rispettati nelle attività quotidiane di gestione dei dati agricoli.

Sensori in fibra ottica

Attualmente, l'impiego dei sensori in fibra ottica nell'ambito agricolo non è ancora disciplinato da specifiche normative a livello nazionale né europeo. Questa assenza di regolamentazione può essere giustificata dallo stadio di ricerca applicata in cui si trova la tecnologia, caratterizzato da costanti sperimentazioni e sviluppi. Gli enti normativi nazionali ed europei non hanno ancora delineato linee guida ufficiali o standard per gestire l'utilizzo dei sensori in fibra ottica nell'ambito agricolo. Questa mancanza di normative rispecchia la natura dinamica e in continua evoluzione della tecnologia, soggetta a ricerche e applicazioni sempre più avanzate nell'ambito agricolo. È ragionevole presumere che, con l'avanzare delle ricerche e la consolidazione della tecnologia, verranno introdotte normative specifiche per regolare l'utilizzo dei sensori in fibra ottica, garantendo così un quadro normativo chiaro e uniforme per la loro implementazione nell'agricoltura.

Pannelli solari

Il *Decreto Legislativo 8 novembre 2021, n. 199*, attua la *direttiva (UE) 2018/2001* del Parlamento europeo e del Consiglio, nota come *direttiva RED II*, che riguarda la promozione dell'uso di energia da fonti rinnovabili. Questa direttiva mira a contribuire agli sforzi dell'Unione Europea per raggiungere gli obiettivi stabiliti nell'ambito dell'Accordo di Parigi e dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile. Il Decreto è stato promulgato per supportare la transizione verso un sistema energetico più sostenibile, promuovendo l'uso delle energie rinnovabili e riducendo le emissioni di gas a effetto serra. Questo è in linea con gli obiettivi europei al 2030 e al 2050, e si allinea con le direttive strategiche stabilite dal Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Nel contesto specifico dei percorsi sostenibili per la realizzazione delle infrastrutture energetiche, per l'integrazione di impianti a fonti rinnovabili, con un'attenzione particolare agli impianti fotovoltaici realizzati su suolo agricolo è stata redatta la stesura e la divulgazione delle "Linee guida in materia di impianti agrivoltaici" sviluppate da CREA, ENEA, GSE e RSE, con la supervisione del Dipartimento Energia del MASE, per rendere fruibili i criteri di applicabilità.

Il 27 giugno 2022, è stata lanciata dal MASE una consultazione pubblica per ottenere osservazioni e spunti aggiuntivi dai player interessati sullo schema del decreto, in via di definizione, per l'individuazione dei criteri e modalità per la concessione dei benefici previsti nell'ambito della misura per la realizzazione di impianti agrivoltaici. Questa scelta evidenzia la volontà di coniugare lo sviluppo delle energie rinnovabili con la tutela dell'ambiente e del territorio, contribuendo al

raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.

In pratica, ciò potrebbe tradursi in incentivi o agevolazioni per la realizzazione di impianti fotovoltaici su terreni agricoli, promuovendo così la coesistenza tra l'attività agricola e la produzione di energia da fonti rinnovabili.

Microturbine eoliche

Attualmente, non esistono normative specifiche a livello europeo o italiano che regolamentino in modo dettagliato le microturbine in agricoltura. Tuttavia, è essenziale sottolineare che, nonostante questa mancanza di normative specifiche, sono comunque necessarie le autorizzazioni locali per l'installazione e l'operazione di impianti eolici, inclusi quelli di dimensioni ridotte come le microturbine ma le autorizzazioni dipendono principalmente dalla dimensione e dalla potenza dell'impianto, oltre ad altre caratteristiche specifiche.

In Italia, le procedure autorizzative possono includere la *Comunicazione al comune*, la *Procedura Abilitativa Semplificata (PAS)* e l'*Autorizzazione Unica* per garantire la conformità e ottenere le necessarie approvazioni per l'installazione delle microturbine in ambito agricolo.

Un caso particolare da riportare è il caso in cui l'area dove si desidera installare l'impianto è soggetta all'applicazione del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, e dunque le procedure autorizzative per il microeolico possono essere influenzate da specifici vincoli paesaggistici.

Ibridi resistenti

Il *Regolamento UE 2021/2017*, che costituisce il regolamento di base della nuova PAC (*Politica Agricola Comune*), ha esteso la possibilità di utilizzare varietà ottenute da incroci interspecifici anche ai vini a Denominazione di Origine Protetta (DOP), una facoltà precedentemente concessa solo agli Indicazioni Geografiche Protette (IGP). Tale ampliamento offre l'opportunità di modificare i disciplinari di produzione, consentendo l'impiego di vitigni resistenti alle malattie fungine, una strategia per affrontare le sfide legate alla sostenibilità e al cambiamento climatico. Tuttavia, sorge un problema di compatibilità con l'articolo 33, comma 6, del *Testo Unico del Vino (legge 238/2016)*, che attualmente vieta l'uso delle Denominazioni di Origine (DO) per i vini ottenuti da vitigni derivanti da ibridi interspecifici. La questione è se la nuova normativa europea sia già applicabile o se sia necessario attendere una modifica legislativa italiana per adeguare tale comma.

La Politica Agricola Comune è di competenza concorrente tra l'Unione Europea e gli Stati Membri; se l'Unione Europea interviene su una specifica materia di sua competenza, il legislatore nazionale è tenuto a modificare il diritto interno per renderlo conforme alle norme comunitarie predominanti. Se il Testo Unico è attualmente in contrasto con la normativa europea, il legislatore nazionale è obbligato a correggere tale incompatibilità; dunque la questione chiave è se l'*articolo*

33, comma 6, continua ad applicarsi come un'espressione della volontà dello Stato italiano di imporre norme più restrittive per la tutela dei vini a denominazione d'origine, nonostante il cambiamento nella normativa europea. L'art. 83, par. 2, del Reg. UE n. 1308/2013 consente agli Stati Membri di introdurre norme più restrittive per rafforzare la preservazione delle caratteristiche essenziali dei vini DOP o IGP.

L'inclusione di tale questione nel disegno di legge annuale europea, destinato a soddisfare gli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia all'Unione Europea, potrebbe rappresentare uno strumento per ottenere chiarezza su questa questione e superare eventuali impasse legislative. È auspicabile che i ministri competenti riconoscano questa necessità e agiscano di conseguenza, garantendo un rapido chiarimento della questione. Inoltre, la revoca della *norma 2001/18*, che equipara agli organismi geneticamente modificati (OGM) le accessioni di vite ottenute con le tecnologie di evoluzione assistita (TEA), assume un ruolo di particolare rilevanza per l'Italia. Attualmente, la Commissione europea sta valutando la revisione della normativa 2001/18 per includere le accessioni di vite ottenute con le Tea tra gli OGM. Tale revoca sarebbe fondamentale per l'Italia, poiché vari centri di ricerca e università nel paese stanno già utilizzando queste tecnologie per migliorare la resistenza alle malattie fungine nei vitigni italiani.

L'abolizione di questa normativa consentirebbe ai ricercatori italiani di condurre sperimentazioni in campo aperto con cloni "editati" di importanti varietà di uve italiane, come Corvina, Montepulciano, Sangiovese e Glera. Tali cloni modificati manterrebbero il nome della varietà originale, con l'aggiunta di una qualifica che descrive la caratteristica indotta dalla mutazione, ad esempio "Corvina resistente" o "Montepulciano resistente" e questi cloni potrebbero aprire nuove prospettive per il miglioramento genetico della *Vitis vinifera*, consentendo la creazione di nuove cultivar con caratteristiche adatte agli effetti dei cambiamenti climatici. Inoltre, potrebbe essere possibile incrociare le accessioni resistenti di alcuni vitigni italiani per aumentare l'eterozigosi e ampliare la variabilità dei caratteri ottenibili.

L'introduzione di vitigni resistenti potrebbe contribuire a ridurre l'uso di fitofarmaci, anche se la disponibilità commerciale di tali cloni richiederà tempo e la ricerca continua avrebbe modo di esplorare altre vie per sviluppare varietà interspecifiche, ottenute da incroci tra *Vitis vinifera* e ibridi di viti non europee, già iscritte nel registro varietale italiano.

Mentre cresce l'interesse per le varietà resistenti, è importante gestire con attenzione la nomenclatura per evitare confusione tra cloni resistenti di *V. vinifera* e varietà interspecifiche resistenti, infatti la possibile omologazione di nuove selezioni ottenute incrociando donatori di resistenza con vitigni italiani tipici solleva la questione della denominazione di tali accessioni, suggerendo che potrebbero essere commercializzate come "vitigni autoctoni" resistenti o tolleranti. La necessità di una chiara distinzione tra cloni resistenti e varietà interspecifiche sarà cruciale per evitare ambiguità.

Genome editing

Per consentire il rilascio di una pianta transgenica nell'ambiente, sia a scopo commerciale che sperimentale, e prima di mettere sul mercato la pianta o i suoi derivati destinati al consumo umano o animale, è necessario ottenere le approvazioni delle autorità competenti. La normativa di riferimento per questa procedura è di natura europea, poiché rientra nell'ambito della legislazione comunitaria, ed è stato sviluppato nell'arco di oltre un decennio, si compone principalmente di una direttiva (A), due regolamenti (B e C) e una raccomandazione (D). Fino a pochi anni fa, la procedura di approvazione seguiva un modello "una chiave - una porta", dove la richiesta di approvazione per un nuovo evento transgenico veniva presentata all'autorità nazionale di uno degli Stati membri dell'Unione Europea. Tuttavia, l'approvazione, una volta concessa, si estendeva automaticamente a tutti gli Stati membri. Nel 2015 è stata introdotta una nuova direttiva (E) che consente la rinazionalizzazione delle autorizzazioni, limitandone la validità territoriale.

Di seguito, vengono elencati questi cinque atti legislativi e una breve descrizione del loro contenuto ma va notato che esistono ulteriori normative comunitarie che integrano questo quadro, ma non sono riportate in quanto non modificano la struttura e la filosofia generale qui riassunte:

- A) La *Direttiva n. 2001/18/CE* del Parlamento Europeo e del Consiglio riguarda l'"Emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati" e abroga la precedente *Direttiva 90/220/CEE*. Essa dettaglia le procedure di autorizzazione per il rilascio ambientale a fini sperimentali e di coltivazione delle colture transgeniche. Inoltre, stabilisce la definizione di organismi geneticamente modificati (OGM), istituisce l'etichettatura obbligatoria e un registro pubblico contenente informazioni sulle singole piante transgeniche, noti come "eventi", approvate. A livello nazionale, il recepimento avviene attraverso il *Decreto Legislativo n. 224 dell'8 luglio 2003*.
- B) Il *Regolamento (CE) n. 1829/2003* del Parlamento e del Consiglio si occupa di alimenti e mangimi geneticamente modificati, delineando le procedure comunitarie di autorizzazione per l'uso alimentare e, eventualmente, la coltivazione di tali prodotti. Introduce l'etichettatura obbligatoria per alimenti e mangimi geneticamente modificati, indipendentemente dalla capacità di rivelare la presenza di DNA transgenico o delle relative proteine, e stabilisce una soglia (0,9%) per la contaminazione accidentale.
- C) Il *Regolamento (CE) n. 1830/2003* del Parlamento e del Consiglio riguarda la tracciabilità ed etichettatura di prodotti alimentari e mangimi ottenuti da OGM e modifica la *Direttiva n. 2001/18*. Introduce l'obbligo per gli operatori di trasmettere informazioni sulla presenza di OGM e di specificarne gli identificatori unici.

- D) La *Raccomandazione della Commissione n. 2003/556/CE* (sulla coesistenza) fornisce orientamenti e strategie nazionali sulla coesistenza tra colture tradizionali, biologiche e geneticamente modificate. È stata sostituita nel 2010 dalla *Raccomandazione 200/2010*, che stabilisce principi generali per limitare la presenza accidentale di OGM nelle produzioni convenzionali e biologiche. A livello nazionale, la *Legge del 28 gennaio 2005 n.5* recepisce la *Raccomandazione della Commissione n. 2003/556/CE* sull'assicurazione della coesistenza tra le forme di agricoltura transgenica, convenzionale e biologica.
- E) La *Direttiva (UE) 2015/412* modifica in modo sostanziale la *Direttiva 2001/18/CE* abolendo il principio "una chiave – una porta". Introduce la possibilità per gli Stati membri di limitare o vietare la coltivazione di singoli eventi transgenici sul loro territorio una volta che questi siano autorizzati a livello europeo. A livello nazionale, la *Legge 29 luglio 2015, n. 115* e la *Legge 9 luglio 2015, n. 114*, insieme al *Decreto Legislativo 14 novembre 2016, n. 227*, introducono la possibilità per l'Italia di limitare o vietare la coltivazione di organismi geneticamente modificati (OGM) sul suo territorio. La Commissione europea ha accettato le richieste di esclusione geografica per sei mais geneticamente modificati, già autorizzati o in via di concessione.

3.2 Paradigmi tecnologici

Un paradigma tecnologico è un insieme di concetti, conoscenze, teorie, strumenti e metodologie che definiscono il quadro di riferimento per lo sviluppo e l'evoluzione di una determinata tecnologia. Questo concetto sottolinea l'approccio coerente e integrato che la comunità di praticanti, come ingegneri e tecnici, adotta per affrontare sfide specifiche e creare soluzioni innovative.

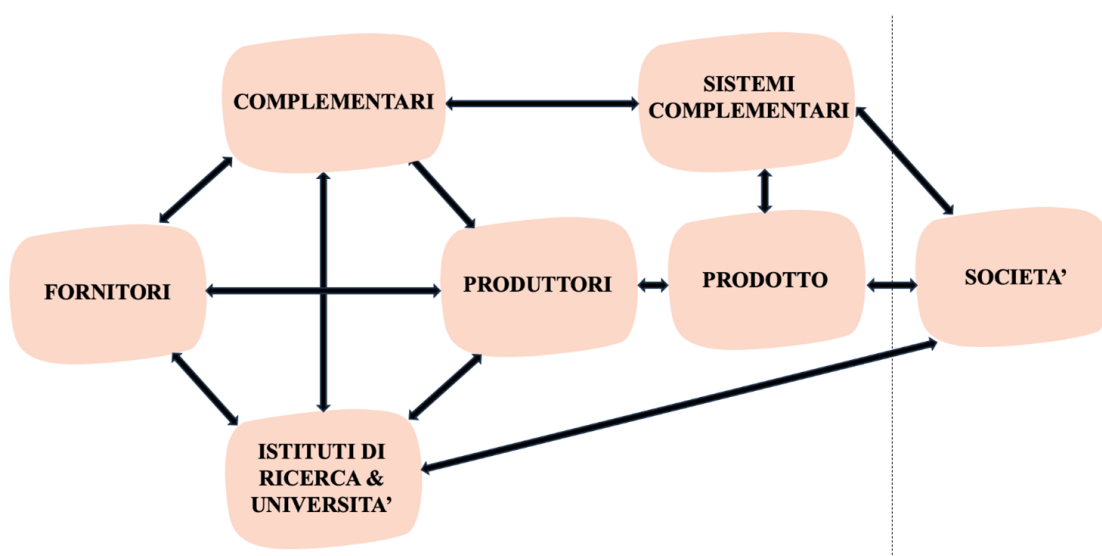


Figura 3.2: Schema di paradigma tecnologico

All'interno di un paradigma tecnologico, vengono stabilite le linee guida e i parametri che delimitano l'ambito delle attività di ricerca e sviluppo. Questo include la definizione di problemi rilevanti, la specifica di obiettivi, e la creazione di soluzioni tecniche che siano coerenti con i principi e le conoscenze del paradigma stesso.

Il concetto di paradigma tecnologico incorpora l'idea che le innovazioni e gli sviluppi tecnologici non avvengono in modo casuale o indipendente, ma sono guidati da una visione comune e da un approccio condiviso. Inoltre, il paradigma contribuisce a delimitare lo spazio delle possibili soluzioni tecniche, definendo quali approcci sono considerati accettabili all'interno di una comunità di pratica specifica.

Un esempio di paradigma tecnologico è la transizione dalla tecnologia analogica a quella digitale nell'ambito della comunicazione, dove questo cambiamento ha portato a una rivoluzione nelle telecomunicazioni, nei media e nell'industria dell'intrattenimento, guidata da un insieme coerente di principi digitali e da nuove metodologie di progettazione e sviluppo. Il concetto di innovazione può essere suddiviso in due forze principali: la "Technology Push" e la "Demand Pull". Nel primo caso, alcune innovazioni sono il risultato dell'evoluzione della tecnologia e vengono introdotte sul mercato, definendo bisogni indotti, ad esempio internet ha rivoluzionato il panorama tecnologico mondiale; nel secondo caso, con la "Demand Pull" le innovazioni sorgono perché il mercato le richiede, soddisfacendo bisogni primari emersi precedentemente all'introduzione della tecnologia, ad esempio come vaccini per il Covid, elettrodomestici, robotica a fini medici e macchine agricole. Spesso, queste due forze sono interconnesse, e stabilire quale delle due venga prima può risultare complicato, poiché le innovazioni possono derivare sia da esigenze di

mercato che da progressi tecnologici, di conseguenza, classificare le innovazioni in modo netto può risultare poco pratico, dato che possono esserci bisogni indotti da altre tecnologie. Questa complessità sottolinea il concetto di "paradigma tecnologico", che rappresenta una combinazione di elementi provenienti da entrambi i lati, offerta e domanda, convergendo in un insieme coerente e dando vita a una traiettoria tecnologica.

Dal lato dell'offerta, un paradigma è composto da teorie, conoscenze, strumenti e metodi che consentono la trasformazione di una tecnologia specifica in prodotti e servizi tangibili, intorno ai quali è possibile costruire un modello di business sostenibile.

Di seguito sono proposti degli schemi esemplificativi dei paradigmi tecnologici per le tecnologie emergenti oggetto di studio.

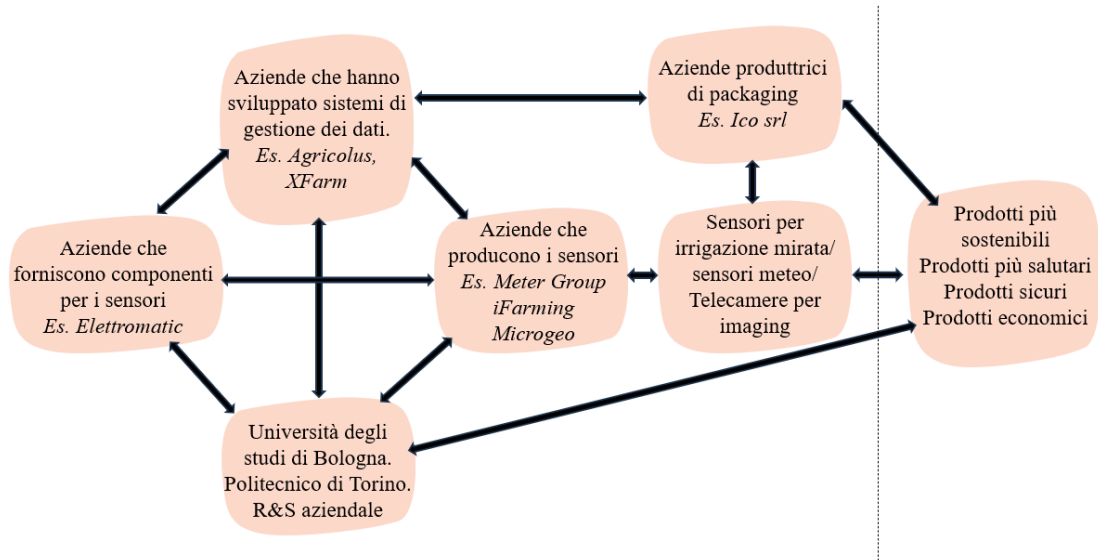


Figura 3.3: Schema di paradigma tecnologico per sensoristica

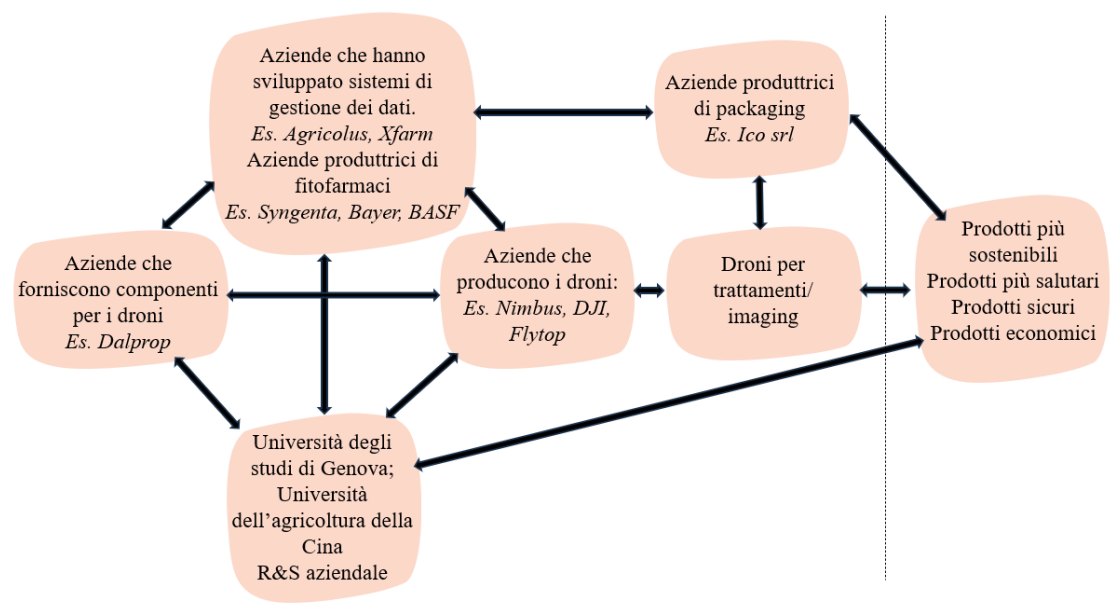


Figura 3.4: Schema di paradigma tecnologico per droni

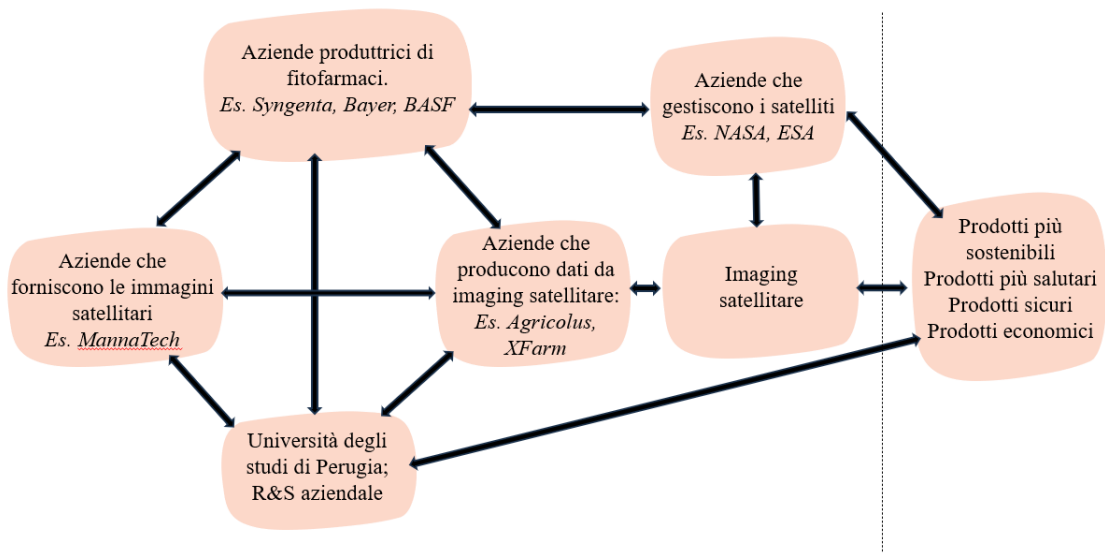


Figura 3.5: Schema di paradigma tecnologico per imaging satellitare

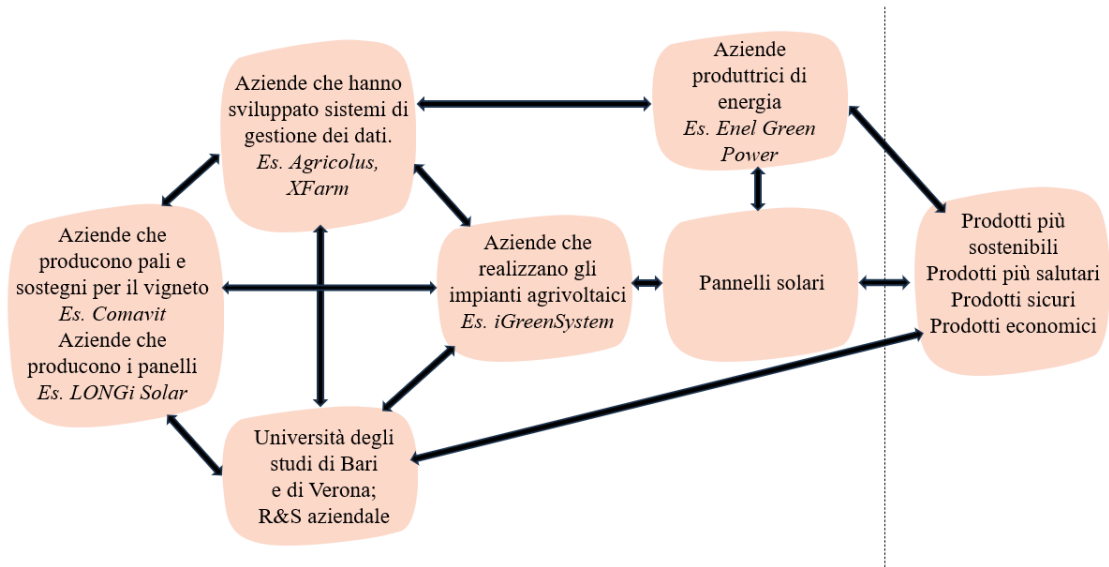


Figura 3.6: Schema di paradigma tecnologico per pannelli solari

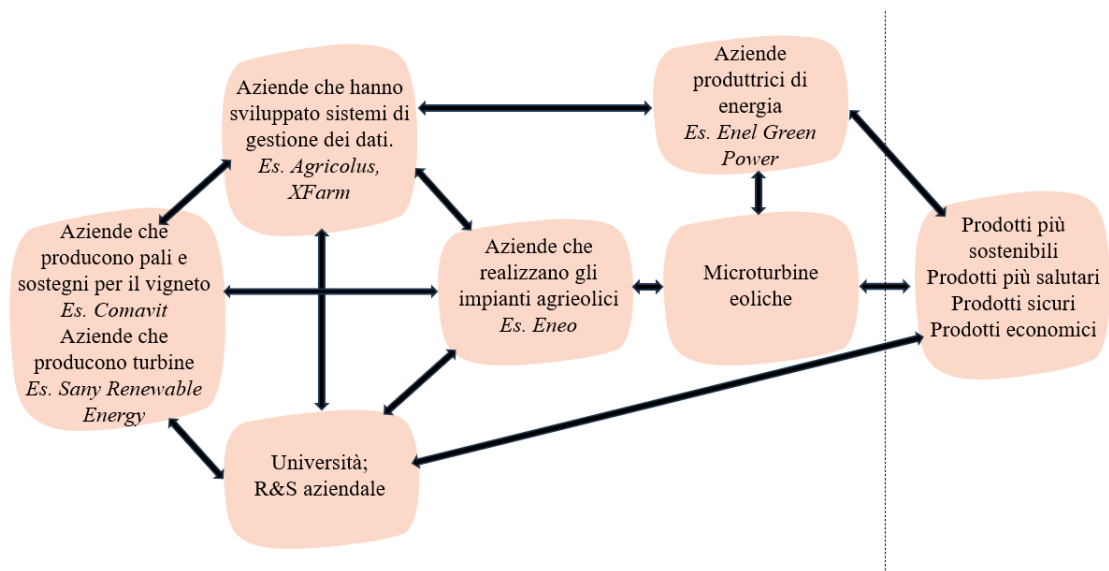


Figura 3.7: Schema di paradigma tecnologico per microturbine eoliche

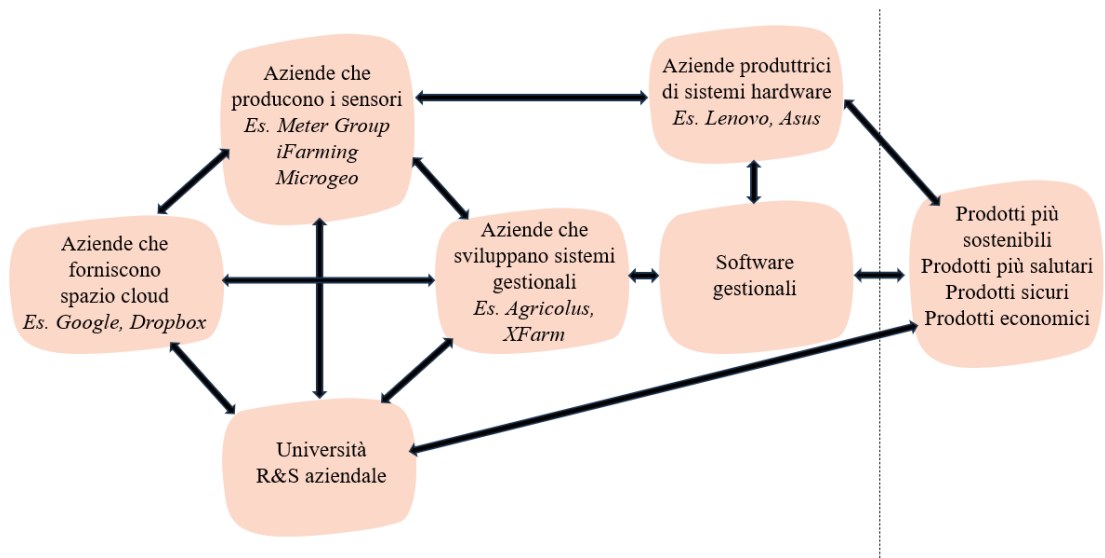


Figura 3.8: Schema di paradigma tecnologico per software gestionali

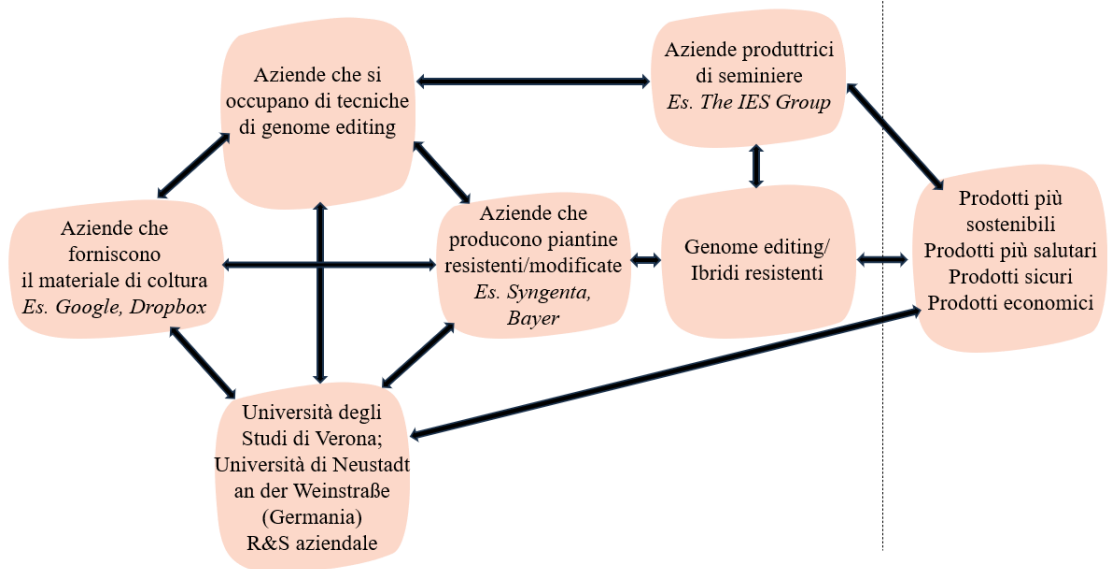


Figura 3.9: Schema di paradigma tecnologico per varietà resistenti

3.3 Modello di Henderson & Clark

Il modello di Henderson e Clark propone quattro categorie di innovazione: incrementale, radicale, modulare e architetturale; basandosi sul fatto che l'innovazione impatti l'architettura di un prodotto o l'interfaccia con i componenti e/o entrambi. Il modello può essere rappresentato come una matrice 2x2.

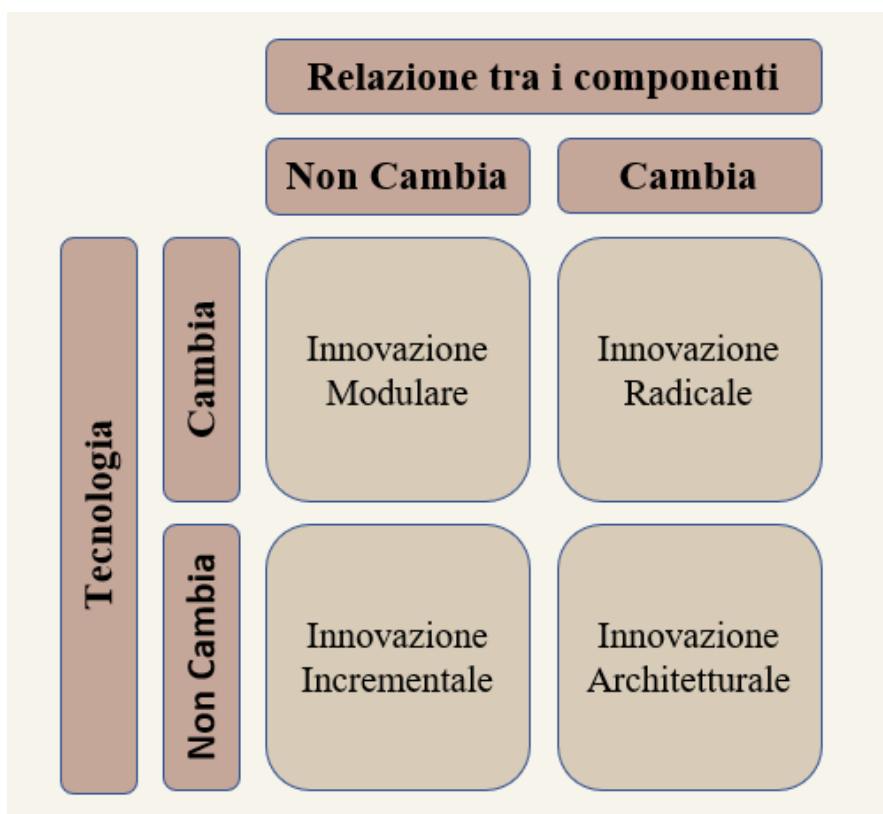


Figura 3.10: Modello teorico di Henderson & Clark

L'asse verticale può mostrare la scala dell'innovazione architettonica e l'asse orizzontale la scala dell'innovazione delle relazioni tra componenti. Se entrambi cambiano, si parla di "innovazione radicale", invece se entrambi non cambiano, si parla di "innovazione incrementale"; quando solo uno dei due cambia, si è in presenza di un'innovazione "architetturale" o "modulare".

Di seguito, si riporta una classificazione delle diverse tipologie di innovazione e per comprendere la classificazione si assuma come sistema di riferimento il vigneto nella sua interezza. Quindi al variare della tecnologia si intenda la variazione della componente tecnologica per l'attività interessata e per la variazione delle

componenti si intenda la variazione delle relazioni tra la componente interessata e le altre componenti all'interno dell'*architettura-vigneto*:

- **Innovazione incrementale:** si verifica quando vengono apportate una o più modifiche a qualcosa che già esiste, con l'obiettivo di migliorarne le caratteristiche. La distinzione tra innovazione radicale e incrementale non è da considerare come alternative, ma come un continuum in cui si manifestano gradi diversi di innovazione.

Tra queste innovazioni, possiamo classificare:

1. *Panelli solari:* l'integrazione di pannelli solari in vitivinicoltura rappresenta un passo evolutivo piuttosto che una rivoluzione per il settore ma questa innovazione integrandosi nei terreni già dedicati alla coltivazione della vite, non comporta un cambiamento radicale nell'uso del suolo, l'innovazione non richiede modifiche sostanziali alle pratiche agricole esistenti, preservando la continuità e l'esperienza dei viticoltori nella gestione delle vigne. Quindi, l'uso di pannelli solari in vitivinicoltura rappresenta un miglioramento incrementale, introducendo progressivamente sostenibilità ed efficienza energetica senza stravolgere il tradizionale modo di condurre la viticoltura
2. *Microturbine eoliche:* sono considerate un'innovazione incrementale principalmente per via delle loro dimensioni ridotte e della capacità di generare energia in modo distribuito. La loro progettazione compatta le rende adatte all'integrazione in spazi limitati come quelli delle vigne, evitando la necessità di ampie aree di terreno e grazie alle loro dimensioni più contenute rispetto alle tradizionali pale eoliche, si integrano nel paesaggio vitivinicolo, rispettando le esigenze di conservazione dell'ambiente e delle pratiche agricole

- **Innovazione radicale:** L'innovazione radicale rappresenta una trasformazione sostanziale nell'approccio a prodotti, servizi o processi. Differisce dall'innovazione incrementale in quanto porta a cambiamenti rivoluzionari, ridefinendo interi settori o mercati. Caratterizzata da rotture paradigmatiche e cambiamenti fondamentali nella tecnologia, nel design o nei modelli di business, l'innovazione radicale può creare soluzioni completamente nuove e rispondere a esigenze precedentemente non considerate. Tuttavia, è associata a rischi e incertezze maggiori rispetto ad altre forme di innovazione e può causare discontinuità nel mercato.

Tra queste innovazioni, possiamo classificare:

1. *Sensori meteo:* L'innovazione radicale si manifesta attraverso una rivoluzione nella gestione agronomica, infatti il passaggio all'uso di sensori

meteo cambia radicalmente il modo in cui gli agricoltori gestiscono le coltivazioni, consentendo una gestione agronomica più mirata e personalizzata. Questi sensori rispondono a esigenze precedentemente non considerate, monitorando parametri specifici in modo più preciso e migliorando la comprensione delle condizioni ambientali che influenzano la crescita delle viti.

La discontinuità nella gestione tradizionale dei vigneti è evidente con l'adozione di sensori meteo, perché rompe con l'approccio tradizionale alla viticoltura, spesso basato su metodologie più generiche e meno precise. Inoltre, l'adozione di sensori meteo può portare a cambiamenti nei modelli di business nel settore vinicolo, ad esempio si potrebbe assistere a una maggiore enfasi sulla produzione di vini di alta qualità, supportata dalla gestione basata sui dati e dall'ottimizzazione delle risorse.

2. *Droni per trattamenti*: sono un'innovazione radicale in quanto rivoluzionano l'approccio tradizionale della gestione delle vigne, ad esempio nei vigneti situati in zone collinari o difficili da raggiungere, l'uso di droni supera le limitazioni legate all'accesso e alla manovrabilità dei mezzi tradizionali. La navigazione agile dei droni copre l'intera estensione del vigneto, offrendo una soluzione versatile, riducendo il rischio per gli operatori, automatizzando processi e minimizzando l'esposizione a sostanze chimiche durante la distribuzione dei trattamenti fitosanitari. L'innovazione apre la strada a nuove strategie di coltivazione, e potrebbe portare a cambiamenti con l'emergere di servizi specializzati nella gestione agricola o nella fornitura di dati agronomici avanzati.
3. *Sensori in fibra ottica*: sono un'innovazione radicale perché introducono una trasformazione significativa che si allontana dai metodi tradizionali, apportando cambiamenti rivoluzionari che ridefiniscono l'intero settore. L'adozione di sensori in fibra ottica rappresenta una rottura con i paradigmi consolidati della vitivinicoltura, che spesso si basano su approcci manuali e meno precisi per la gestione delle vigne.
4. *Imaging satellitare*: La rivoluzione risiede in una delle caratteristiche chiave dell'innovazione che è la capacità di fornire una visione globale e continua delle vigne, superando le limitazioni delle metodologie tradizionali come l'ispezione manuale. Le immagini satellitari offrono dati multispettrali dettagliati, consentendo un'analisi approfondita della salute delle piante, della maturità dei grappoli, della distribuzione dell'umidità e della copertura vegetale.
5. *Software gestionali*: sono considerati un'innovazione radicale poiché rivoluzionano il modo in cui gli agricoltori gestiscono le loro attività, questa

trasformazione sostanziale si distingue dai metodi tradizionali, introducendo un approccio digitalizzato e basato su dati, sostituendo le pratiche manuali con soluzioni tecnologiche avanzate.

6. *Ibridi resistenti*: costituiscono un'innovazione radicale in quanto introducono una trasformazione sostanziale nel modo in cui si affrontano le sfide legate alle malattie delle viti, questa innovazione sfida l'uso di varietà di uva sensibili a malattie specifiche e il cambiamento fondamentale risiede nella tecnologia genetica impiegata per sviluppare nuove varietà di uva: gli ibridi resistenti introducono caratteristiche genetiche che conferiscono resistenza alle malattie senza la necessità di ricorrere in modo eccessivo a trattamenti chimici, che ad oggi sono l'approccio tradizionale di controllo per le malattie.
7. *Modelli di difesa*: sono considerati un'innovazione radicale poiché cambiano la gestione delle malattie e delle infestazioni nelle vigne. L'AI, utilizzando algoritmi complessi, analisi predittive e modelli di apprendimento automatico ridefinisce il processo decisionale, consentendo agli agricoltori di prendere decisioni più informate e tempestive con un modello personalizzato che si basa sull'analisi in tempo reale di enormi quantità di dati, contrapponendosi ai metodi convenzionali basati su calendari fissi o monitoraggio manuale.
8. *Droni per imaging, Telecamere per imaging*: costituiscono un'innovazione radicale poiché il modo in cui otteniamo informazioni su vaste aree come coltivazioni, foreste o infrastrutture differisce dall'approccio tradizionale alla sorveglianza aerea e all'acquisizione di dati. Entrambi offrono una prospettiva aerea senza precedenti, consentendo una raccolta di dati efficiente su larga scala che non solo offre una visione d'insieme, ma anche una comprensione più approfondita del contesto. La loro efficienza e velocità di elaborazione dati, unitamente alla personalizzazione e flessibilità delle soluzioni, superano i metodi tradizionali di sorveglianza aerea, portando a un aumento della produttività e a una riduzione dei costi associati alla raccolta di informazioni su vasti territori. Inoltre, l'accesso a zone difficilmente raggiungibili o pericolose per le persone apre nuove possibilità di monitoraggio in ambienti complicati riducendo contemporaneamente il rischio umano e rendendo le operazioni di acquisizione dati più sicure, specialmente in ambienti pericolosi.
9. *Genome editing*: rappresenta un'innovazione radicale poiché consente di apportare modifiche dirette e specifiche al DNA delle piante, generando cambiamenti sostanziali nelle loro caratteristiche genetiche, la trasformazione fondamentale del patrimonio genetico delle viti distingue il genome editing dalle pratiche tradizionali di selezione genetica, che richiedono

tempi più lunghi e sono limitate alla variabilità presente in natura, infatti la tecnologia offre maggiore velocità ed efficienza rispetto alle pratiche tradizionali di miglioramento genetico, riducendo il tempo necessario per sviluppare nuove varietà di uva e migliorando la competitività del settore.

- **Innovazione modulare:** L'innovazione modulare, rappresentata nella parte superiore destra della tabella, non altera i legami tra i componenti e l'architettura del prodotto, ma apporta modifiche alla componente chiave del prodotto stesso. Ad esempio, nel passaggio dal telefono analogico a quello digitale, l'essenza del prodotto cambia senza modificare la sua struttura di base.

Tra queste innovazioni, possiamo classificare:

1. *Irrigazione mirata:* possono essere considerate un'innovazione modulare in quanto introducono miglioramenti specifici sostituendo il metodo tradizionale basato su timer, e rappresentano una componente chiave nell'ottimizzazione del processo agricolo. In questo contesto, l'attenzione è posta sull'intelligenza artificiale come elemento fondamentale, mentre la struttura complessiva dell'intero sistema vitivinicolo rimane relativamente invariata.

L'innovazione modulare si riflette nella capacità dell'intelligenza artificiale di analizzare dati in tempo reale, considerando variabili come la temperatura, l'umidità del suolo e le esigenze specifiche delle viti, per determinare il momento ottimale per l'irrigazione, così da sostituire il timer, il quale, pur avendo rappresentato un metodo convenzionale, non tiene conto delle fluttuazioni ambientali e delle esigenze specifiche delle piante.

- **Innovazione architettonica:** L'innovazione architettonica, comporta un cambiamento nei collegamenti esistenti tra i componenti, senza alterare il concetto fondamentale della tecnologia analizzata. Questo tipo di innovazione può essere innescata da modifiche in un singolo componente, come la dimensione o altri parametri sussidiari, che generano nuovi legami o l'idea di costruirne di nuovi con le componenti restanti del prodotto.

Nessuna tra le tecnologie analizzate in questo studio, può essere classificata come innovazione architettonica.

Nell'immagine successiva, si riporta un riassunto grafico del modello di Henderson & Clark per le tecnologie esaminate:

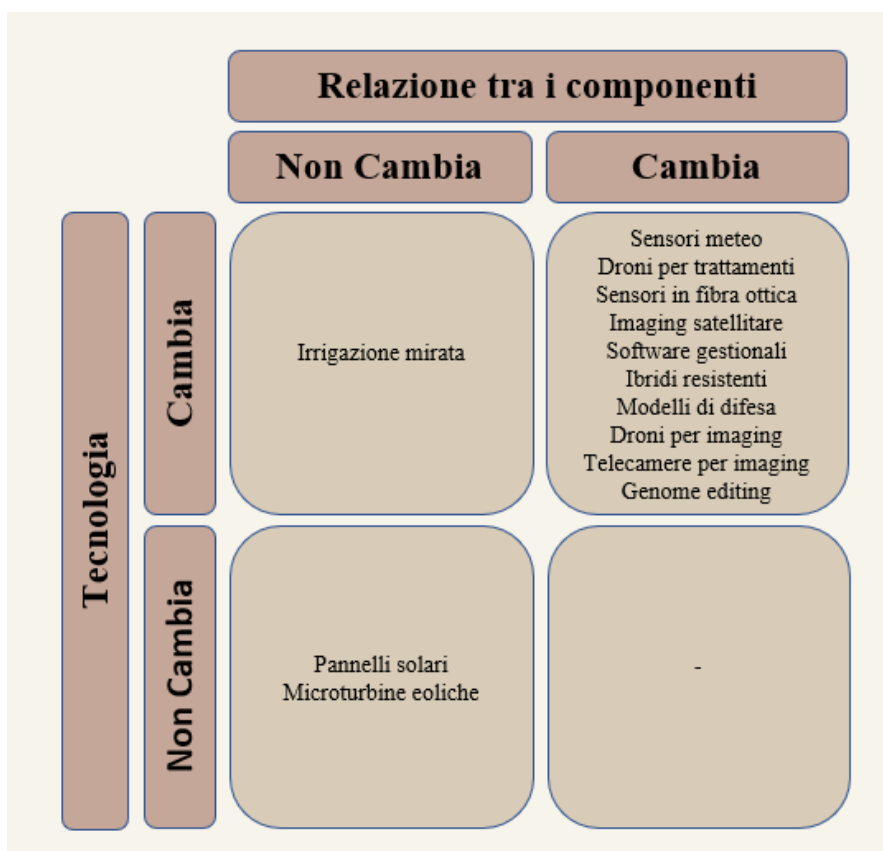


Figura 3.11: Applicazione del modello di Henderson & Clark

3.4 Analisi delle innovazioni “disruptive”

Un'innovazione disruptive è un tipo di innovazione che rivoluziona il funzionamento di un mercato o settore, causando danni alle grandi aziende consolidate preesistenti. L'espressione è stata coniata da Clayton Christensen e Joseph Bower in un articolo del 1995 sull'Harvard Business Review dove il termine "*disruptive*" si riferisce alla capacità di queste innovazioni di rompere o deviare dai modelli di business esistenti, ridefinendo i confini dell'arena competitiva e stravolgendo le abitudini dei consumatori nell'utilizzo di prodotti e servizi.[59]

Le disruptive innovation possono essere tecnologiche o commerciali e sono spesso associate a startup. Le startup, grazie alle loro dimensioni ridotte, strutture organizzative flessibili e maggiore propensione al rischio, sono considerate i disrupter

per eccellenza perché sperimentare nuovi approcci a costi contenuti e scalare rapidamente i mercati perché hanno la capacità di individuare tendenze e nicchie di mercato trascurate dai grandi attori, creando modelli di business alternativi.

I fattori che fanno sì che un'innovazione diventi disruptive classificabili in 3:

1. Incapacità aziendale di unirsi al paradigma emergente

- *Fattori Oggettivi:* Distanza tecnologica e competenze: Le imprese incumbent potrebbero essere incapaci di adattarsi al paradigma emergente a causa della distanza oggettiva tra la loro tecnologia consolidata e le esigenze emergenti. Ad esempio, la mancata adattabilità di una vecchia tecnologia alle richieste di una piattaforma virtuale attuale può portare all'uscita dal mercato di chi non si adegua.
Cambiamenti significativi: La transizione verso la nuova tecnologia potrebbe richiedere cambiamenti sostanziali nelle competenze e negli asset aziendali, e le risorse disponibili potrebbero non essere più idonee.
- *Fattori Soggettivi:* Inerzia cognitiva e d'azione: L'inerzia cognitiva e d'azione si riferisce alla resistenza al cambiamento nelle convinzioni e nei comportamenti delle persone all'interno di un'organizzazione. L'inerzia cognitiva riguarda la resistenza mentale al cambiamento dei manager che guidano l'azienda, mentre l'inerzia d'azione riguarda la resistenza fisica e comportamentale a non mettere in atto i cambiamenti. Questa resistenza rallenta l'innovazione e limita l'adattabilità dell'azienda.
- *Trappole Cognitive:*
 - *Orientamento al passato:* La tendenza a guardare al passato può portare le aziende a essere convinte di non commettere errori basandosi sulle reputazioni passate.
 - *Costi affondati:* L'investimento significativo in impianti, ricerca e sviluppo può creare una trappola cognitiva legata ai costi affondati, impedendo alle imprese di allontanarsi dagli investimenti precedenti.
Status quo e focus sulle prestazioni basse: Quando le prestazioni sono basse, l'attenzione sull'innovazione risulta essere limitata.

2. **Christensen Effect:** Questo modello permette di definire quando una tecnologia diventa disruptive in quanto propone l'andamento delle performance tecnologiche rispetto al tempo dimostrando se queste performance soddisfino o meno i bisogni del mercato emergente.

Il modello può essere spiegato brevemente, come segue:

Si immagini di avere una tecnologia matura con delle performance aventi andamento asintotico (curva S in azzurro nell'immagine sottostante) e si

supponga di avere una nuova tecnologia con andamento esponenziale (curva esponenziale in giallo nell'immagine sottostante).

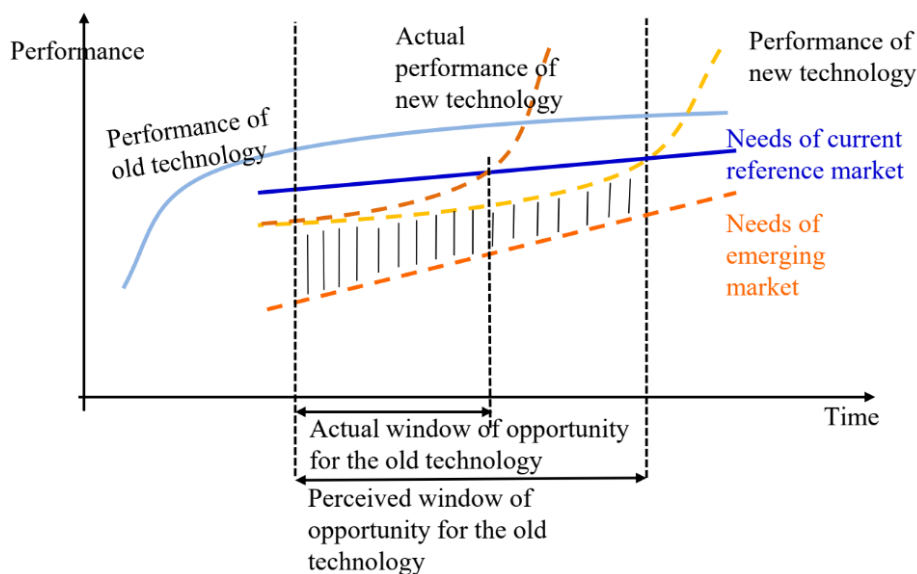


Figura 3.12: Christensen Effect[60]

Le aziende incumbent osservano le performance della nuova tecnologia e le confrontano con quella matura e ritengono che il delta di performance è tale da richiedere un lungo periodo di tempo affinché la performance della tecnologia emergente soddisfi i bisogni del mercato tradizionale, rappresentati dalla retta in blu in Figura 62. In questo periodo per colmare il gap delle performance, le aziende incumbent pensano di aver tempo di investire nella tecnologia emergente. Nella realtà, accade che gli incumbent del settore tradizionale non considerano che esiste un mercato con bisogni inferiori che vengono soddisfatti dalle performance della tecnologia emergente e quindi ha spazio per generare ricavi. Grazie ai ricavi, le aziende rivali avranno la possibilità di investire in R&D, riducendo di molto la finestra temporale prevista dagli incumbents, migliorando esponenzialmente le performance della tecnologia emergente finché questa non solo soddisfi i bisogni del mercato in cui operano gli incumbent ma superi anche il valore asintotico delle performance della tecnologia tradizionale. Le aziende incumbent hanno un comportamento miope, perché si concentrano sul mercato la cui domanda è quella che consente loro di fare ricavi, allocando risorse e selezionando progetti in funzione di quel mercato, dunque limitando al minimo, a volte fino ad annullare, le risorse per progetti con elevato rischio riguardanti il progresso tecnologico.

3. **Timing of entry** Il tempo di immissione di una nuova tecnologia in un mercato è decisivo per definire una tecnologia come disruptive, per diverse ragioni, soprattutto legate alla maturità della tecnologia e del mercato. La prontezza della tecnologia per il mercato è essenziale, perché deve risolvere le esigenze del mercato, essere stabile, affidabile e conforme agli standard del settore. La relazione tra tempismo e preparazione tecnologica è critica: un'entrata troppo precoce o tardiva può compromettere i vantaggi competitivi. Allo stesso modo bisogna considerare se il mercato è maturo per una tecnologia emergente, perché possono esserci ostacoli che limitano la sua adozione su larga scala. Il mercato potrebbe non essere sufficientemente informato sulla nuova tecnologia, e quindi aziende e consumatori potrebbero non essere consapevoli delle sue potenziali applicazioni e vantaggi. Oppure la presenza di infrastrutture inadeguate potrebbe rendere difficile l'implementazione e l'utilizzo di una nuova tecnologia.
- Inoltre il tempo di ingresso in un contesto innovativo influenza il successo di un'impresa entrante, soprattutto se questa è **First Mover**. I primi ad entrare sul mercato possono occupare posizioni di leadership e di costruire credibilità e reputazione nel settore, che può essere difficile per i concorrenti successivi. L'esperienza acquisita durante le prime fasi può fornire una conoscenza approfondita del mercato e degli ostacoli, permettendo di adattarsi più rapidamente alle esigenze del consumatore.
- Essendo i primi a sviluppare e commercializzare una nuova tecnologia, i first movers possono acquisire e controllare risorse chiave come brevetti, fornitori strategici e canali di distribuzione.

Nel settore vitivinicolo, ma in generale in quello agricolo, operano molte aziende che sono il prototipo delle aziende che rispecchiano a pieno la descrizione del fattore 1, per la propensione al tradizionale e inerzia cognitiva. Per quanto riguarda il Christensen Effect, in questa fase della trattazione non è può essere stimato, perché non si hanno dati per capire se i bisogni dei clienti sono soddisfatti dalle performance tradizionali ed emergenti. Invece sicuramente il time of entering può essere considerato maturo, per le tecnologie in quanto sono richiesti dal mercato progressi tecnologici in funzione della sostenibilità ambientale e dell'ottimizzazione delle risorse, e anche perché ci sono opportunità da first mover per le aziende che decidono di entrare nel settore. Queste riflessioni verranno approfondite nei paragrafi successivi. Si può concludere questo paragrafo affermando che potrebbero esserci le basi per considerare le tecnologie come potenziali disruptive ma non si è in una fase temporale utile per affermarlo con certezza.

3.5 Curve a S

Le curve a S di performance tecnologica, anche conosciute come "tecniche a S" o "curva ad S", rappresentano graficamente il ciclo di vita tecnologico di un'innovazione. Questo modello prende il nome dalla forma a "S" assunta dalla curva quando viene tracciato il rapporto tra il tempo, o per una stima più versosimile il costo della tecnologia e le prestazioni della tecnologia.

Le fasi principali associate alle curve a S sono:

1. **Fase Iniziale o di Introduzione (*Slow Growth*):** Inizialmente, una nuova tecnologia viene introdotta, e le prestazioni crescono lentamente. Questa fase è caratterizzata da investimenti in ricerca e sviluppo, con risultati iniziali modesti.
2. **Fase di Accelerazione (*Rapid Growth*):** Quando la tecnologia inizia a guadagnare adozione e accettazione, le prestazioni crescono rapidamente. Questa fase è spesso caratterizzata da un aumento esponenziale delle prestazioni tecnologiche, con un rapido miglioramento e innovazione.
3. **Fase di Maturità (*Plateau*):** Dopo una crescita rapida, la curva raggiunge un plateau, indicando una fase di maturità. Le prestazioni si stabilizzano, e l'innovazione si concentra più sulla raffinazione e sull'ottimizzazione che su miglioramenti radicali.
4. **Fase di Decelerazione (*Slow Death*):** Nel tempo, la tecnologia raggiunge i suoi limiti intrinseci, e l'incremento delle prestazioni rallenta. Questa fase è caratterizzata da un'innovazione più limitata e da progressi più modesti rispetto alla fase di accelerazione.
5. **Ossolazione o Declino (*Decline*):** Alla fine, la tecnologia può raggiungere un punto in cui diventa obsoleta o superata da innovazioni più avanzate, in questa fase, le prestazioni possono declinare, e la tecnologia può essere sostituita da soluzioni più moderne.

Le curve a S di performance tecnologica sono utilizzate per comprendere la dinamica di crescita e declino delle tecnologie nel tempo. Questo modello è utile per prevedere le fasi di sviluppo di un'innovazione, pianificare strategie di mercato e guidare decisioni relative agli investimenti in R&D.

Va puntualizzato che la durata e la forma esatta della curva possono variare a seconda del settore e del tipo di tecnologia in esame.

3.5.1 Curva a S per la tecnologia tradizionale

Per definire il significato attribuito alla terminologia “tecnologia tradizionale” in questa trattazione, si noti che è stata effettuata un’analisi della tecnologia tradizionale dominante che ad oggi svolge le funzioni delle tecnologie alternative.

TECNOLOGIA EMERGENTE	TECNOLOGIA TRADIZIONALE
Irrigazione Mirata	Irrigazione comanda da Timer
Sensori meteo	Supervisione Umana
Modelli Di Difesa	Consulenza Professionisti
Droni Per Trattamenti	Mezzi Agricoli
Droni Per Imaging	Supervisione Umana
Telecamere Per Imaging	Supervisione Umana
Imaging Satellitare	Supervisione Umana
Pannelli Solari	Allaccio alla Rete Elettrica Nazionale
Microturbine Eoliche	Allaccio alla Rete Elettrica Nazionale
Software Gestionali	Supervisione Umana + Consulenza Professionisti
Ibridi Resistenti	Vite Tradizionale
Genome Editing	Vite Tradizionale
Sensori In Fibra Ottica	Consulenza Professionisti

Figura 3.13: Tecnologia emergente-tradizionale

Le performance delle tecnologie tradizionali non sono scindibili perché, allo stato attuale, per la scarsa reperibilità delle informazioni, è impossibile attribuire la corretta percentuale di impatto della tecnologia sulla performance complessiva. Per questo motivo, la tecnologia tradizionale verrà trattata come un’unica tecnologia e

le performance comuni tra tutte quelle elencate sopra.

Per comprendere il co-evolvere delle performance della tecnologia tradizionale nel tempo, sono state redatte, dunque, le curve a S e l'indicatore di performance utilizzato è il seguente:

$$\frac{Kg \text{ di uva prodotta}}{Kg \text{ di agrofarmaci} * l \text{ di acqua} * kWh \text{ di energia}}$$

L'indicatore combinato vuole rappresentare il rapporto tra input e output del processo di coltivazione. Gli input scelti sono rappresentativi sia del costo economico sia del costo ambientale che il processo richiede. Le curve sono state costruite tenendo in considerazione gli anni dal 2006 al 2023. Si precisa che i valori dell'anno corrente sono stati calcolati adeguando e assumendo costanti, i valori resi noti nel primo semestre dell'anno.

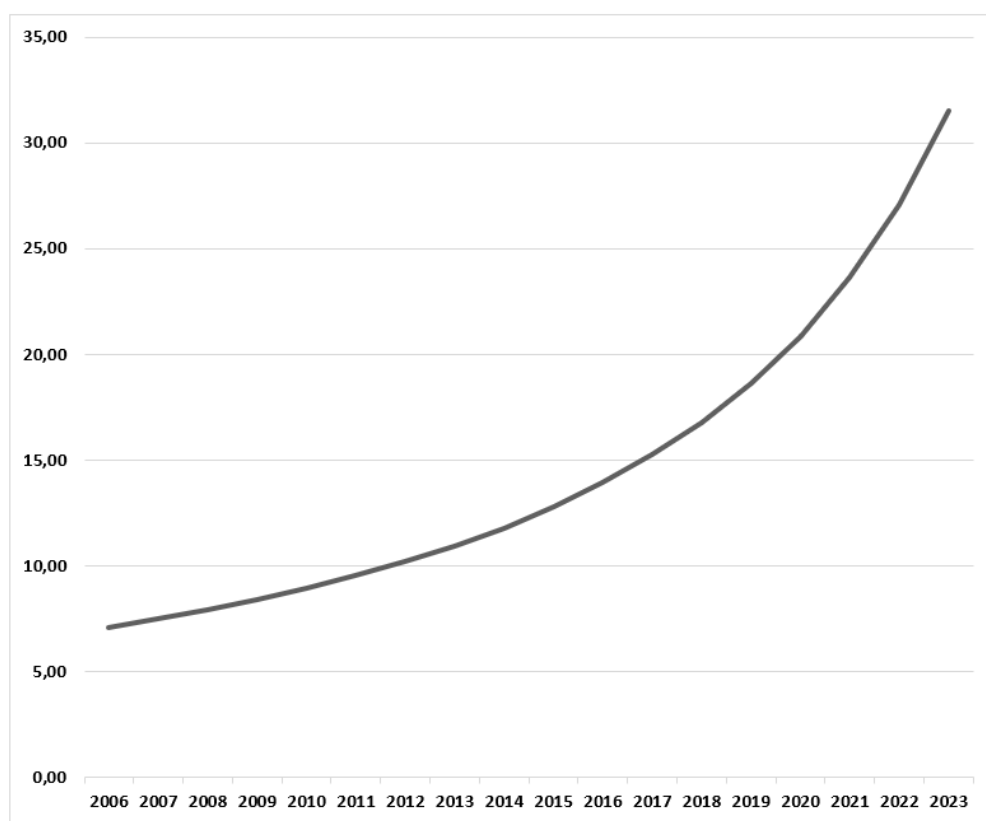


Figura 3.14: Performance tradizionale/Tempo

Per costruire la curva sono stati raccolti i dati da fonti come OECD-FAO, Istat e Sito web della Regione Veneto.

Nelle stime dei kg di agrofarmaci consumati sono state fatte le seguenti assunzioni:

in Veneto oggi si consumano circa 18.420.000 Kg di agrofarmaci, poiché il Veneto produce il 16,5% della produzione nazionale di uva da mosto, si è assunto che il consumo di agrofarmaci fosse omogeneo e proporzionale lungo tutto il territorio nazionale, ottenendo così un consumo italiano di 111.636.363 Kg. Dalle ricerche effettuate è emerso che dal 2006 ad oggi il consumo di agrofarmaci è sceso del 70%, effettuando una proporzione si è stimato un valore iniziale di 389.656.519 Kg. Si è considerato costante la riduzione del consumo annuo di agrofarmaci.

Analogamente si sono stimati i consumi di acqua, partendo da un valore di 61.117.436 Kl di consumo nel 2006 ad un valore di 68.667.097 Kl. Il consumo energetico è stato considerato costante e pari a 15kWh per tonnellata di uva prodotta.

Al fine di approfondire lo studio e di costruire delle curve ad S che tengano conto del costo, si sono ricostruite le curve rapportando l'indicatore di performance con il costo medio di un impianto vitivinicolo, ad oggi pari a 40.000,00 €, per i punti antecedenti al 2023 il costo è stato scontato del tasso di inflazione italiano.

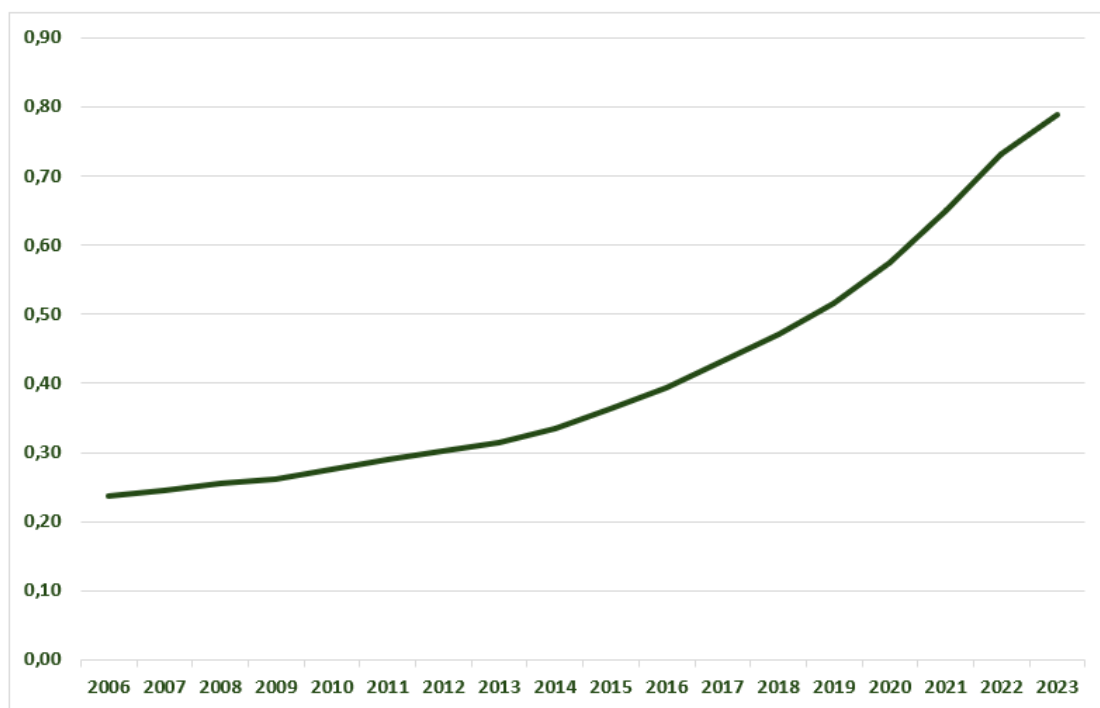


Figura 3.15: Performance tradizionale/Costo della tecnologia

La curva ottenuta sta per completare il secondo punto di flesso per poi appiattirsi, si trova dunque in piena fase di **Decelerazione (Slow Death)** indicando che la tecnologia sta raggiungendo la maturità avendo saturato la sua capacità di miglioramento delle performance considerate.

3.5.2 Curva a S per le tecnologie emergenti

Le curve delle tecnologie alternative sono state costruite con i pochi punti trovati, alcuni dei quali sono stati corretti cercando di rendere omogenei dati provenienti da fonti diverse con metodi di calcolo diversi.

In assenza di applicazione su larga scala, per costruire le curve sono stati presi in considerazione gli effetti delle tecnologie (riduzione del consumo di agrofarmaci/acqua/energia) moltiplicando i valori «ridotti» con i valori tradizionali, ottenendo così delle stime di valori possibili in caso di attuazione della tecnologia.

Le tecnologie impattano solo su alcune performance, quindi per evitare distorsioni, i punti delle curve ad S sono stati purificati dai dati superflui.

Nello specifico gli output utilizzati al denominatore sono riportanti nella tabella seguente:

	Irrigazione Mirata	Sensori meteo	Modelli Di Difesa	Droni Per Trattamenti	Droni Per Imaging	Telecamere Per Imaging	Imaging Satellitare	Pannelli Solari	Microturbine Eoliche	Software Gestionali	Ibridi Resistenti	Genome Editing
KG di Agrofarmaci		X	X	X	X	X	X			X	X	X
L acqua per kg uva prodotta	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X
kWh per kg uva prodotta	X	X						X	X	X		

Figura 3.16: Impatto Indicatore-Tecnologie

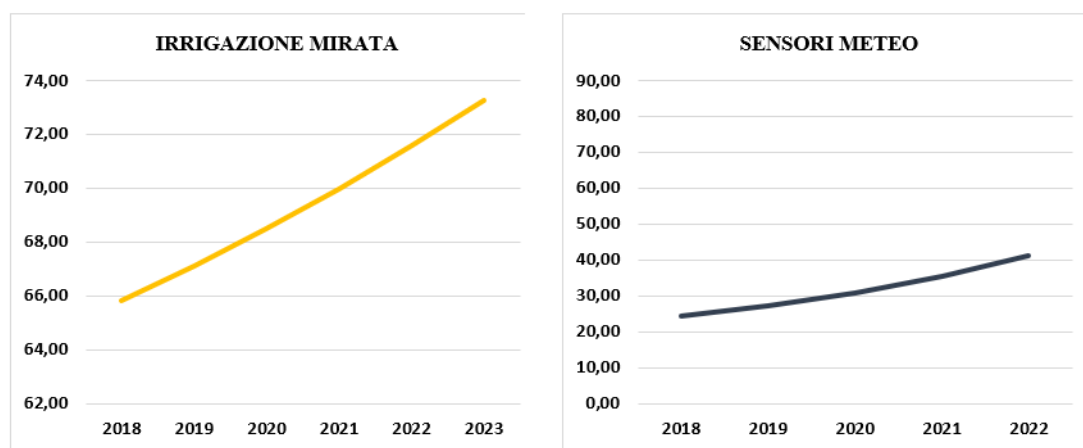


Figura 3.17: *Sx*: Performance Irrigazione Mirata/Tempo
Dx: Performance Sensori meteo/Tempo

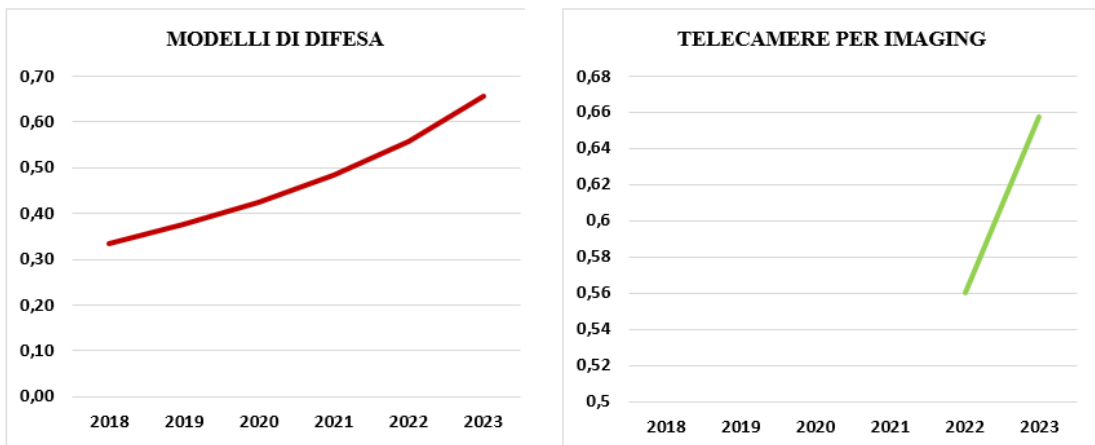


Figura 3.18: Sx : Performance Modelli di difesa/Tempo
 Dx : Performance Telecamere per imaging/Tempo

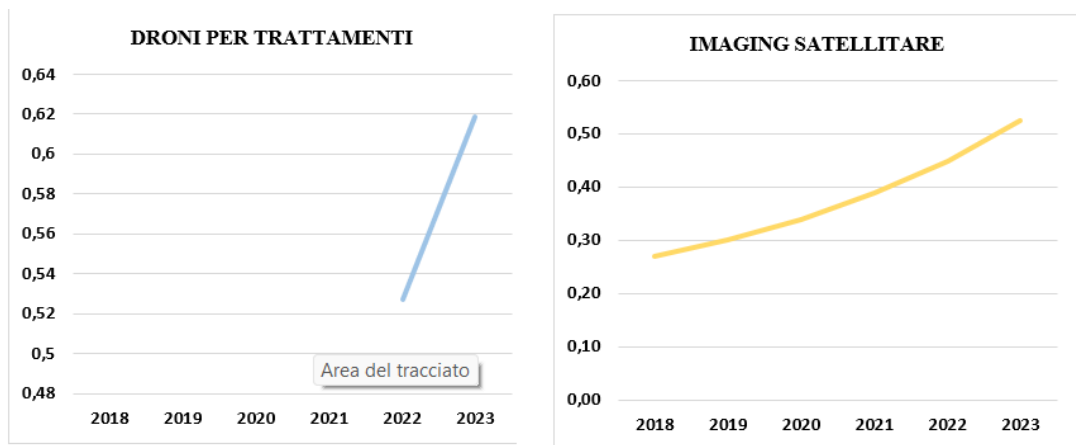


Figura 3.19: Sx : Performance Droni per trattamenti/Tempo
 Dx : Performance Imaging satellitare/Tempo

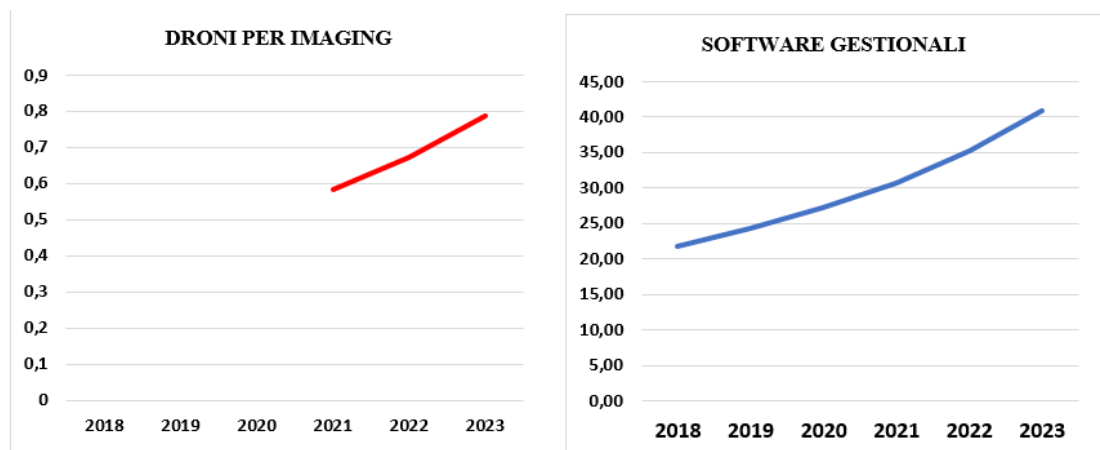


Figura 3.20: Sx : Performance Droni per imaging/Tempo
 Dx : Performance Software gestionali/Tempo

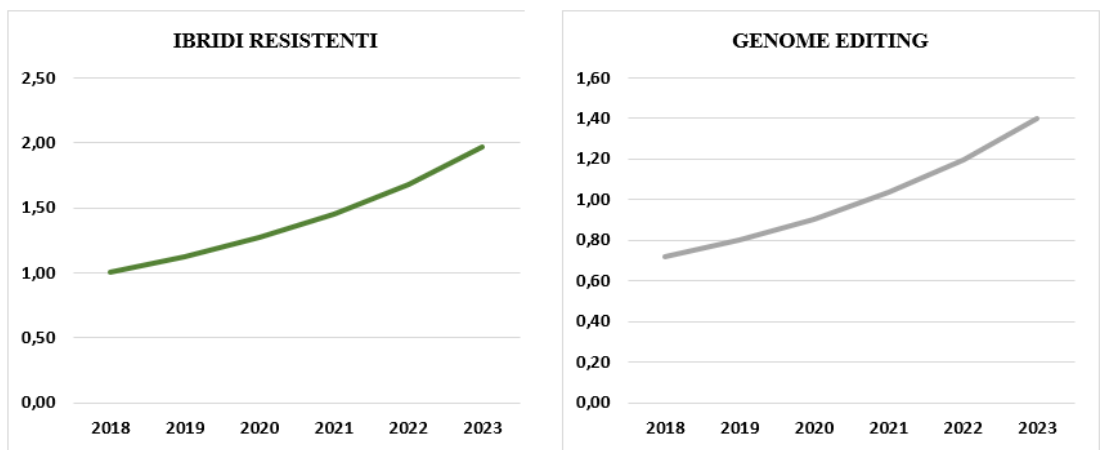


Figura 3.21: Sx : Performance Ibridi resistenti/Tempo
 Dx : Performance Genome editing/Tempo

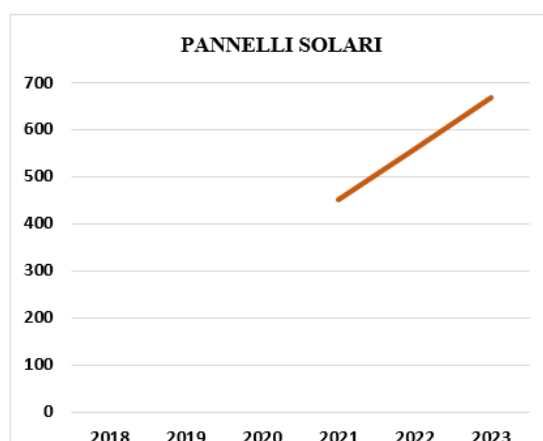


Figura 3.22: Performance Pannelli solari/Tempo

Le curve ad S delle tecnologie "Microturbine eoliche" e "Sensori in fibra ottica" non sono state costruite perché sono stati calcolati solo dei punti singoli. Per la prima l'indicatore è stato calcolato pari a 79,05 per l'anno 2022 mentre per la seconda è stato calcolato pari a 37,05 per l'anno 2023.

3.5.3 Confronto tra le curve

Per confrontare le curve trovate si è proceduto alla depurazione dell'indicatore dai fattori di non interesse per la tecnologia tradizionale rendendo così i dati paragonabili. Inoltre al fine di snellire lo studio, il confronto viene effettuato in parallelo tra più tecnologie, purché i dati siano della stessa dimensione quindi tenendo conto della figura 3.16.

Nei grafici di confronto si può notare che le curve ad S delle tecnologie emergenti sono tutte superiori alla tecnologia tradizionale perché ovviamente portano un'efficienza in tutte le fasi in cui operano, ciò porterebbe a pensare che lo switch di curva possa essere imminente, per poter effettivamente valutare in maniera più approfondita l'imminenza di un salto di curva bisogna confrontare l'indicatore rapportato al costo della tecnologia.

Per standardizzare lo studio, i costi in oggetto fanno riferimento ad un vigneto di 1.000 piante e sono relativi all'anno 2023. Bisogna chiarire per stimare i costi negli anni precedenti, i valori attuali sono stati scontati del tasso di inflazione italiano. Non avendo rilevanza dei valori di mercato per le tecnologie "Telecamere per imaging" e "Sensori in fibra ottica" non saranno oggetto di questo approfondimento.

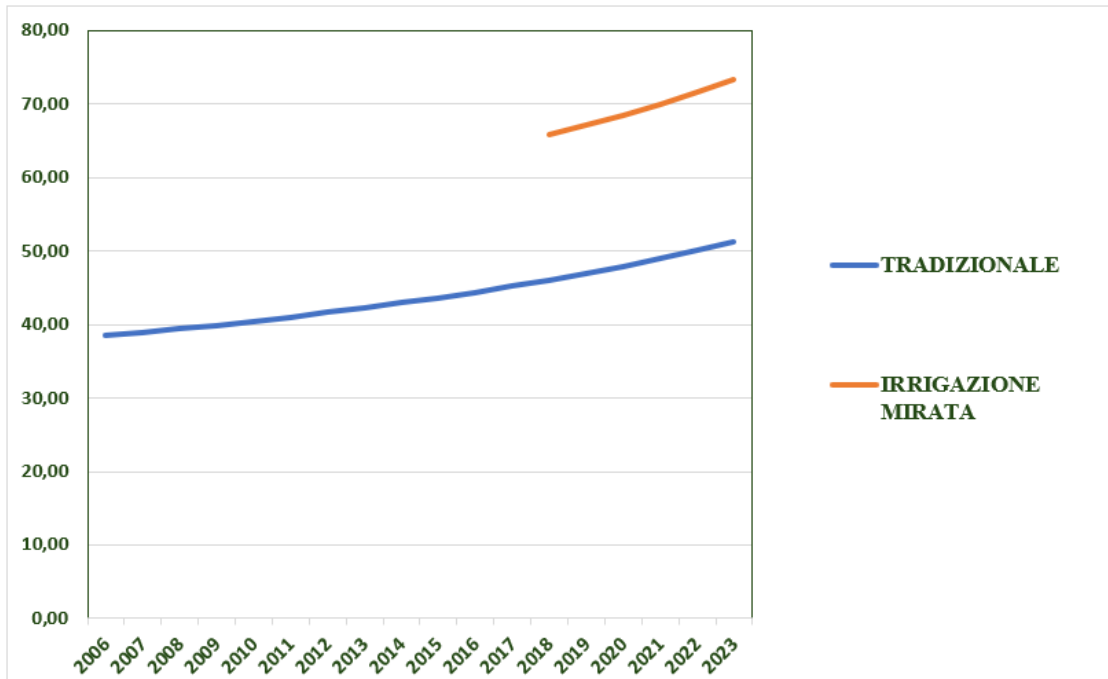


Figura 3.23: Confronto Tecnologia tradizionale-Irrigazione Mirata

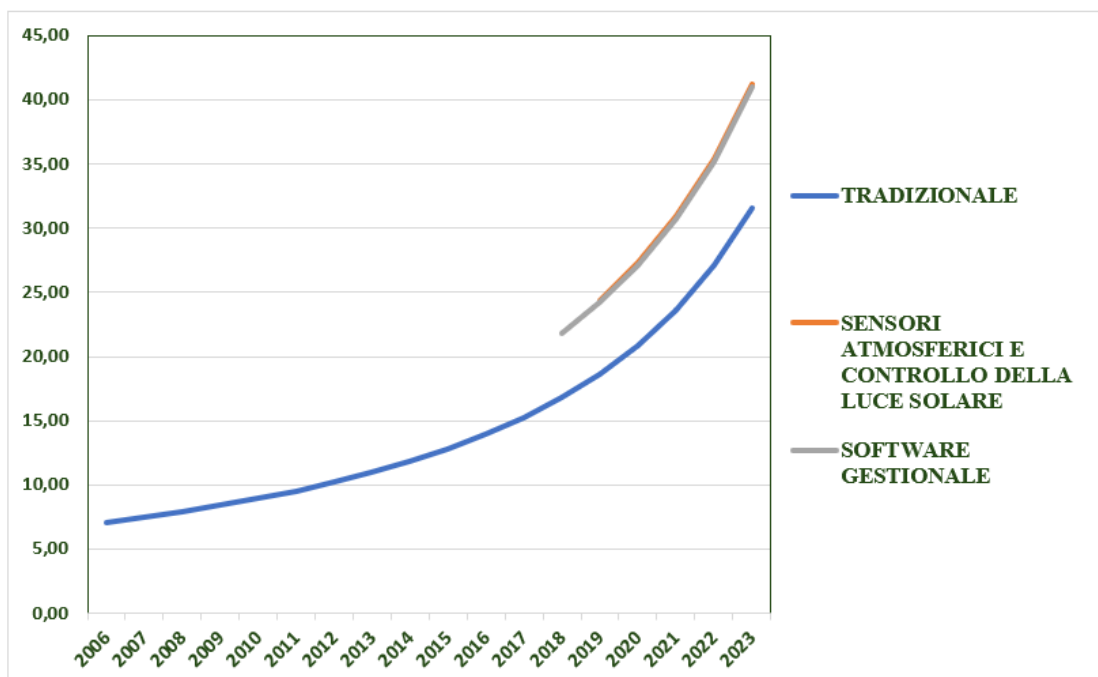


Figura 3.24: Confronto Tecnologia tradizionale-Sensori meteo

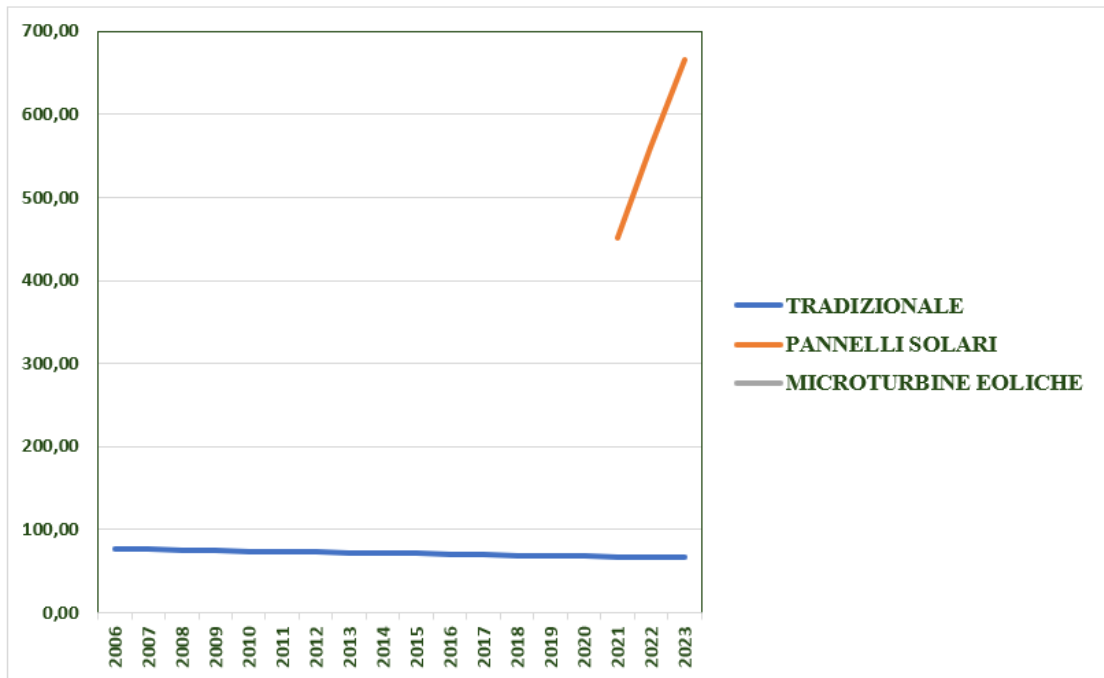


Figura 3.25: Confronto Tecnologia tradizionale-Pannelli solari-Microturbine eoliche

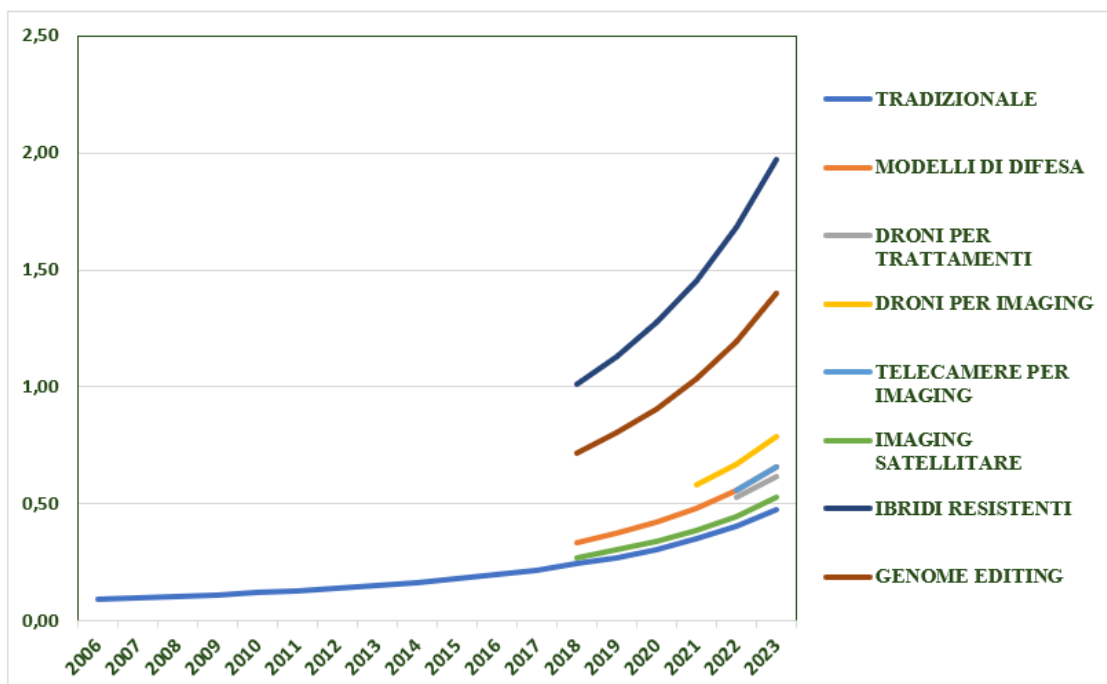


Figura 3.26: Confronto Tecnologia tradizionale-altre tecnologie emergenti

Si riportano le tabelle contenenti i dati di costo relativi alla tecnologia emergenti e alla tecnologia tradizionale.

TECNOLOGIA EMERGENTE	COSTO TECNOLOGIA EMERGENTE	VITA UTILE	COSTO AMMORTIZZATO ANNO	ABBONAMENTO ANNUO PER UTENZA	COSTO TOTALE ANNUALE (Da usare come denominatore)
Irrigazione mirata	2.000,00 €	5 anni	400,00 €	600,00€	1.000,00€
Sensori meteo	2.500,00 €	5 anni	500,00€	200,00€	700,00€
Modelli di difesa	-	-		1.800,00 €	1.800,00€
Droni per trattamenti	50.000,00 €	5 anni	10.000,00 €	1.000,00€	11.000,00€
Droni per imaging	50.000,00 €	5 anni	10.000,00 €	500,00€	10.500,00€
Imaging satellitare	-	-	-	24,00 €	24,00€
Pannelli solari	1.200.000,00 €	20 anni	60.000,00 €	-	60.000,00€
Microturbine eoliche	35.000,00 €	10 anni	3.500,00€	-	3.500,00€
Software gestionali	-	-	1.000,00€	-	1.000,00€
Ibridi resistenti	4.500,00 €	20 anni	225,00€	-	225,00€
Genome editing	1.500.000,00 €	20 anni	75.000,00€	-	75.000,00€

Figura 3.27: Stima ammortamento tecnologie emergenti

TECNOLOGIA TRADIZIONALE	COSTO TECNOLOGIA	VITA UTILE	COSTO AMMORTIZZATO ANNO	ORE UOMO ANNO	COSTO MANODOPERA/ CONSULENZA	COSTO TOTALE ANNUALE (Da usare come denominatore)
Timer	2.000,00 €	5 anni	400,00 €	-	-	400,00€
Supervisione Umana	-	-	-	80h	960,00€	960,00€
Consulenza Professionisti	-	-	-	50h	1.000,00 €	1.000,00 €
Mezzi Agricoli	30.000,00 €	7 anni	4.285,00 €	-	-	4.285,00 €
Supervisione Umana	-	-	-	100h	1.200,00€	1.200,00€
Supervisione Umana	-	-	-	10h	120,00€	120,00€
Allaccio alla rete Elettrica Nazionale	1.000,00€	-	-	-	-	1.000,00€
Allaccio alla rete Elettrica Nazionale	1.000,00€	-	-	-	-	1.000,00€
Supervisione Umana + Consulenza Professionisti	-	-	-	100h 50h	1.200,00€ 5.000,00€	6.200,00€
Vite Tradizionale	2.500,00 €	20 anni	125,00€	-	-	
Vite Tradizionale	2.500,00 €	20 anni	125,00€	-	-	

Figura 3.28: Stima ammortamento tecnologia tradizionale

Di seguito si riportano i grafici relativi al rapporto tra l'indicatore di performance e il costo totale annuo, calcolato nelle tabelle precedenti.

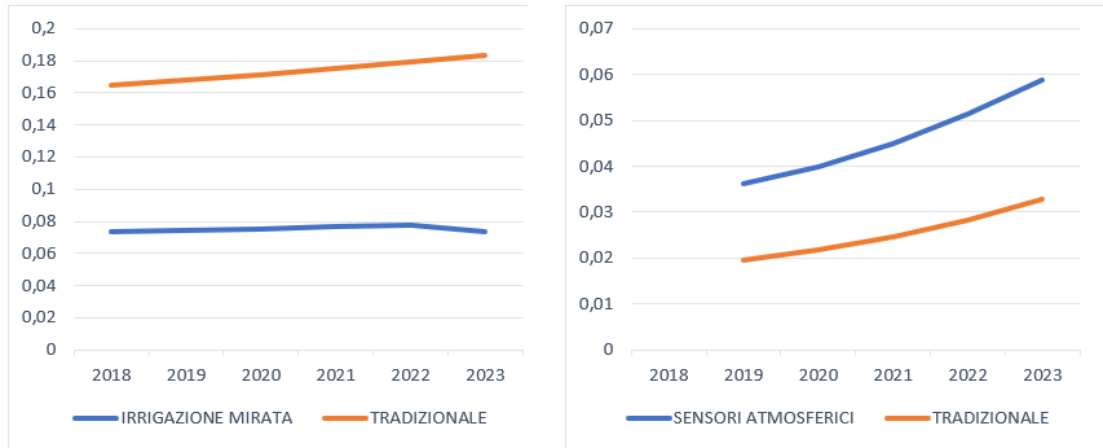


Figura 3.29: *Sx:* Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Irrigazione mirata
Dx: Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Sensori meteo

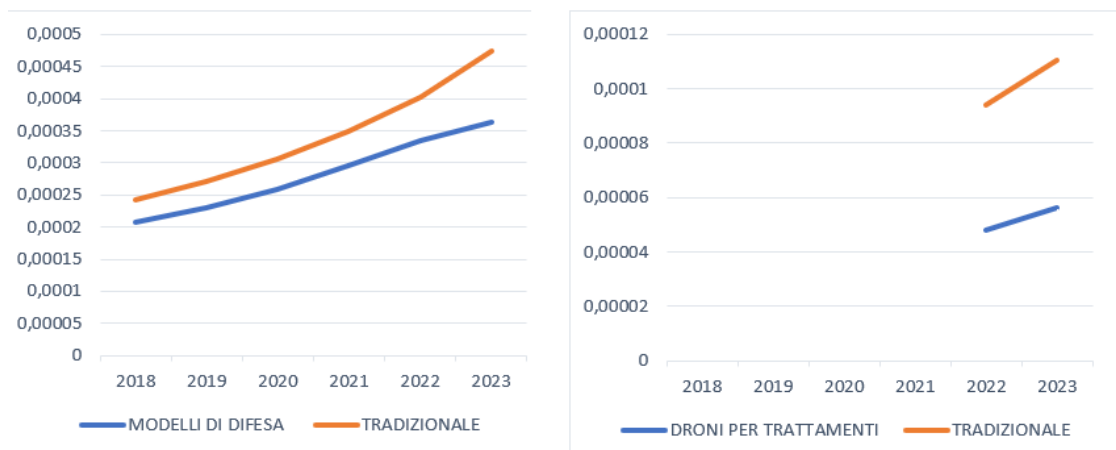


Figura 3.30: *Sx:* Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Modelli di difesa
Dx: Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Droni per trattamenti

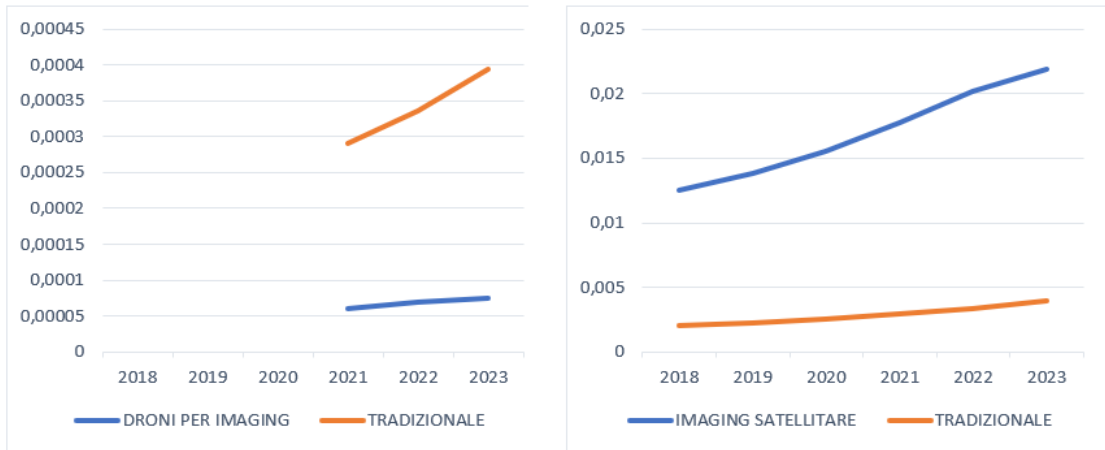


Figura 3.31: *Sx:* Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Droni per imaging
Dx: Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Imaging satellitare

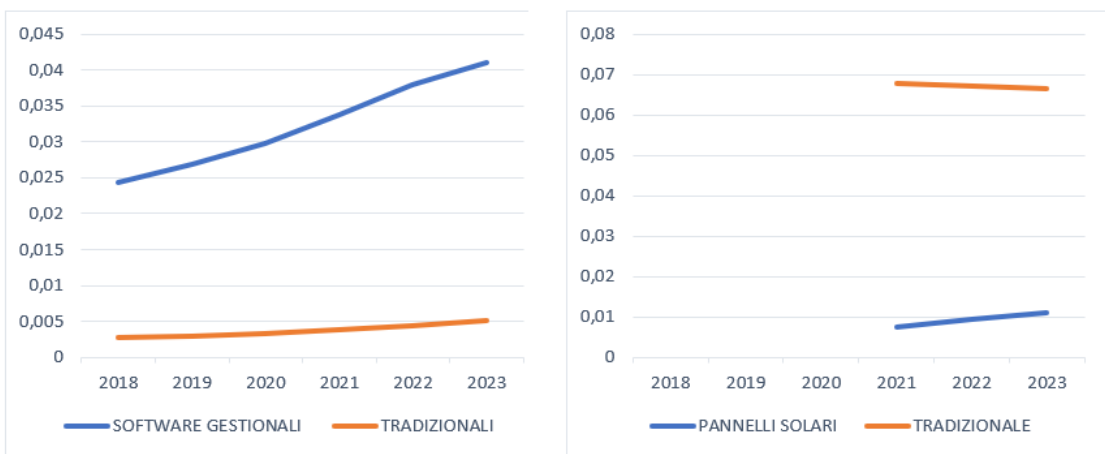


Figura 3.32: *Sx:* Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Software gestionale
Dx: Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Pannelli solari

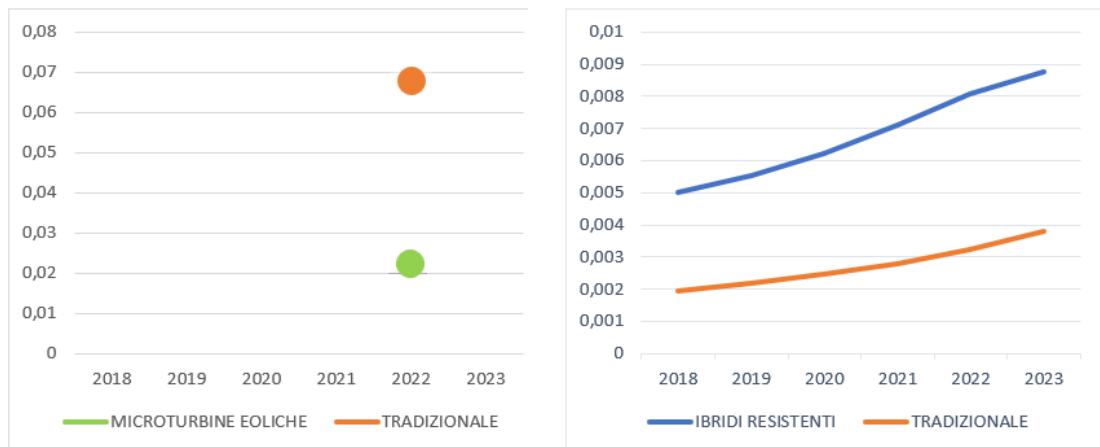


Figura 3.33: *Sx:* Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Microturbine eoliche
Dx: Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Ibridi resistenti

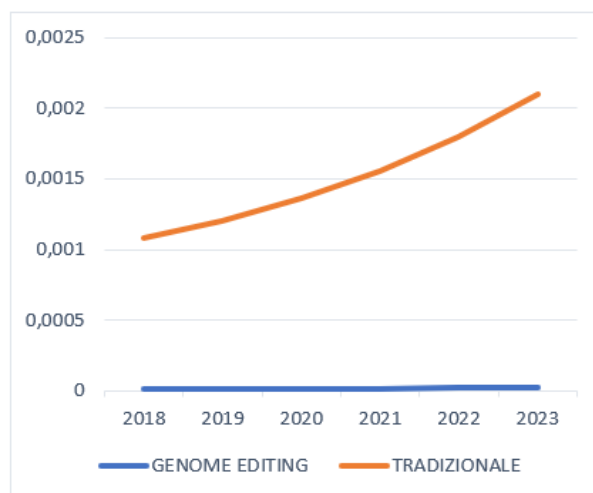


Figura 3.34: Confronto Costo Tecnologia tradizionale-Genome editing

Le curve delle tecnologie delle seguenti tecnologie:

- *Irrigazione mirata*
- *Droni per imaging*
- *Droni per trattamenti*
- *Panelli solari*
- *Microturbine eoliche*

- *Genome editing*
- *Modelli di difesa*

sono al di sotto della tecnologia tradizionale, questo è causato ovviamente dai costi più alti delle tecnologie che non sono ancora compensati dal miglioramento delle performance per permettere una diffusione a larga scala delle tecnologie.

I *Sensori meteo, Imaging satellitare e Software gestionali* sono superiore alla tecnologia tradizionale. Questo indica che si è dentro la fase di rivoluzione (Technology-push) e che il processo è di carattere rivoluzionario.

Ulteriore conferma arriva dalla classificazione di queste tre tecnologie come tecnologie radicali del modello di Henderson & Clark al paragrafo 3.3; infatti la tecnologia radicale comprende un salto di curva a differenza dell'innovazione incrementale che riguarda incrementi lungo la stessa curva.

3.6 Analisi delle correlazioni

Correlazioni tra fattori di interesse e le tecnologie emergenti

Di seguito sono riportate le correlazioni tra i fattori di interesse, individuati al Capitolo 1, e le tecnologie emergenti. Si noti come, le tecnologie comprano al 100% tutti i fattori di interesse, confermando che l'innovazione nel settore si stia propagando in tutte le direzioni possibili.

	Irrigazione Mirata	Sensori meteo	Modelli Di Difesa	Droni Per Trattamenti	Droni Per Imaging	Telecamere Per Imaging	Pannelli Solari	Microturbine Eoliche	Software Gestionali	Ibridi Resistenti	Genome Editing	Sensori In Fibra Ottica
Consumo Idrico	X	X	X		X	X			X	X	X	X
Consumo Elettrico	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Emissioni Di Co2	X	X	X				X	X		X	X	
Gestione Salute Della Pianta E Del Frutto	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
Struttura e Modalita' Allevamento	X			X	X		X	X				X
Gradazione Zuccherina	X	X	X			X	X		X			X
Produzione Annu Per Pianta		X	X		X	X	X		X	X	X	X

Figura 3.35: Correlazioni Fattori impattanti-tecnologie emergenti

Correlazioni di performance tra tecnologie emergenti

Per completare lo studio, sono state analizzate le correlazioni tra le varie tecnologie, poiché esistono interazioni che addirittura si trasformano in necessità di integrazione con le altre per poter essere efficaci, ma esistono anche delle correlazioni negative, cioè riducono l'efficienza di entrambe in caso di integrazione.

La matrice proposta dà indicazioni quantitative sull'intensità delle relazioni in caso di integrazione delle tecnologie. Per comprendere i valori quantitativi sviluppati dalla matrice, si faccia riferimento alla seguente legenda:

GRADO CORRELAZIONE	VALORE NUMERICO
Necessario	9
Utile ma non necessario	3
Indifferente	0
Controproducente	-9

Figura 3.36: Grado di correlazione-Valore numerico

	IRRIGAZIONE MIRATA	SENSORI ATMOSFERICI	MODELLI DI DIFESA	DRONI PER TRATTAMENTI	DRONI PER IMAGING	TELECAMERE PER IMAGING	IMAGING SATELLITARE	PANNELLI SOLARI	MICROTURBINE EOLICHE	SOFTWARE GESTIONALI	IBRIDI RESISTENTI	GENOME EDITING	SENSORI IN FIBRA OTTICA
IRRIGAZIONE MIRATA		3	3	0	3	3	3	0	0	9	0	0	3
SENSORI ATMOSFERICI	3		3	0	3	3	3	0	0	9	0	0	0
MODELLI DI DIFESA	9	9		3	3	3	9	0	0	9	0	0	3
DRONI PER TRATTAMENTI	0	0	0		3	3	3	0	0	9	0	0	3
DRONI PER IMAGING	3	0	0	3		-1	3	0	0	9	0	0	0
TELECAMERE PER IMAGING	3	0	0	0	-1		3	0	0	9	0	0	0
IMAGING SATELLITARE	3	0	0	0	3	3		0	0	9	0	0	0
PANNELLI SOLARI	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
MICROTURBINE EOLICHE	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
SOFTWARE GESTIONALI	3	3	3	3	3	3	3	0	0		0	0	3
IBRIDI RESISTENTI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		-1	0
GENOME EDITING	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1		0
SENSORI IN FIBRA OTTICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	

Figura 3.37: Correlazioni tra le performance delle tecnologie

La relazione tra le tecnologie è da intendersi nel seguente modo: indicando con i le righe della matrice e con j le colonne, la cella $(i;j)$ indica che la tecnologia i -esima necessita l'integrazione della tecnologia j -esima con l'intensità indicata espressa tramite il valore numerico. La matrice non è simmetrica perché una tecnologia i

può richiede l'integrazione di una tecnologia j con intensità "9" ma non viceversa, perché la tecnologia j può essere autonoma.

Possono essere fatte le seguenti considerazioni, tramite le sommatorie di righe e colonne.

TECNOLOGIA	Irrigazione Mirata	Sensori meteo	Modelli Di Difesa	Droni Per Trattamenti	Droni Per Imaging	Telecamere Per Imaging	Imaging Satellitare	Pannelli Solari	Microturbine Eoliche	Software Gestionali	Ibridi Resistenti	Genome Editing	Sensori In Fibra Ottica
SOMMA COLONNE	24	15	9	9	9	9	27	0	0	72	-9	-9	12
SOMMA RIGHE	27	24	48	21	9	6	18	0	0	24	-9	-9	9

Figura 3.38: Sommatoria Righe-Colonne

La sommatoria delle colonne indica quali tecnologie sono necessarie per integrare le altre tecnologie. Risulta che i *Software gestionali* sono fondamentali.

La sommatoria delle righe indica quali tecnologie sono dipendenti dalle altre, e risulta che la più dipendente sia *Modelli di difesa*.

Mentre tecnologie come *Pannelli solari* e *Microturbine eoliche* risultano indipendenti.

Ibridi resistenti e *Genome editing* risultano anch'esse indipendenti ma la loro integrazione è controproducente.

3.7 Modello di Bass

In questo capitolo dedicato alle tecnologie nella vitivinicoltura, emergono delle sfaccettature eterogenee nella maturità di queste innovazioni, benché tutte offrano miglioramenti significativi rispetto al modello attuale. Tale eterogeneità è plasmata da vari fattori, tra cui considerazioni economiche, la maturità intrinseca delle tecnologie stesse e il contesto socio-culturale del settore.

Dal punto di vista economico, alcuni viticoltori possono essere più propensi ad abbracciare le nuove tecnologie grazie a incentivi finanziari, visione strategica o risposte efficienti alle esigenze del mercato. Al contrario, altri potrebbero esitare a causa di costi iniziali elevati o incertezza sugli eventuali benefici economici a lungo termine. La maturità delle tecnologie gioca anch'essa un ruolo determinante. Alcune innovazioni sono sviluppate e integrate nelle pratiche quotidiane, mentre altre si trovano ancora in una fase sperimentale o di implementazione limitata.

Il contesto socio-culturale del settore vitivinicolo aggiunge un ulteriore strato di complessità. La cultura vinicola radicata in una regione può influenzare la propensione al cambiamento. La resistenza alle nuove tecnologie può derivare da una profonda connessione con le pratiche tradizionali e una diffidenza nei confronti delle innovazioni.

Pertanto, si può ipotizzare un modello di integrazione a scaglioni delle tecnologie,

dove alcune possono essere integrate sinergicamente, sfruttando le reciproche sinergie per massimizzare i benefici. Al contrario, per alcune tecnologie, si può prevedere una diffusione più limitata o addirittura la loro obsolescenza, soprattutto a causa di vincoli normativi e politici che potrebbero ostacolarne l'adozione su larga scala. Per stimare il periodo di diffusione delle tecnologie del settore, ci si rifà al modello di propagazione sviluppato da Bass nel 1969, un che offre una prospettiva sul processo di adozione di un'innovazione, delineando le fasi di introduzione, crescita, maturità e declino. Questo modello introduce la capacità di anticipare come si evolveranno nel tempo le vendite di un nuovo prodotto, considerando le scelte d'acquisto dei consumatori.

Il modello di Bass si basa su una funzione differenziale di primo ordine in grado di captare le dinamiche comunicative che influenzano il comportamento dei consumatori, tra cui la pubblicità e il passaparola. Tali fattori emergono come elementi chiave nel plasmare le decisioni d'acquisto dei consumatori e contribuiscono a modellare il percorso di diffusione dell'innovazione nel mercato. La comprensione di queste influenze consente una previsione più dettagliata dell'andamento delle vendite nel tempo, fornendo preziose indicazioni per la pianificazione e la gestione delle strategie di lancio e di mercato dei nuovi prodotti.

Formalmente il modello è rappresentato dall'equazione differenziale:

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = p[M - N(t)] + q \frac{N(t)}{M} [M - N(t)]$$

dove:

- $n(t)$ rappresenta le vendite al tempo t ;
- M rappresenta la dimensione potenziale del mercato potenziale e indica il numero massimo (costante) di adozioni possibili durante il periodo di vita del prodotto;
- $N(t)$ rappresenta il numero cumulato di vendite al tempo t ;
- p è il parametro di adozione innovativa, cioè rappresenta l'adozione autonoma poiché si fonda sulle specifiche tecniche del prodotto;
- q è il parametro di adozione imitativa, cioè rappresenta quanto l'adozione è determinata da meccanismi di passaparola e da esternalità di rete.

L'equazione in forma chiusa ha la soluzione:

$$n(t) = M \frac{p(p+q)^2 e^{-(p+q)t}}{(p + qe^{-(p+q)t})^2}$$

da cui si ottiene il valore delle vendite cumulate:

$$N(t) = M \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p}e^{-(p+q)t}}$$

Il modello appena descritto è stato utilizzato per effettuare le stime sull'applicazione del modello di Rogers e Moore al 3.42¹⁰

3.7.1 Stima dell'anno di picco diffusione

Applicando il modello descritto per le tecnologie in esame, utilizzando i valori stimati di p e q si è stimato il possibile anno in cui la tecnologia possa entrare nel mercato e raggiungere la piena diffusione:

$$t^* = \frac{1}{p+q} \log\left(\frac{q}{p}\right)$$

Immaginando una linea temporale, si delinea un percorso dinamico in cui le tecnologie più mature e accettate gradualmente aprono la strada a innovazioni più avanzate. Questo processo di integrazione graduale riflette la complessità della transizione verso un modello vitivinicolo più efficiente, sostenibile e adattabile alle sfide in evoluzione del settore:

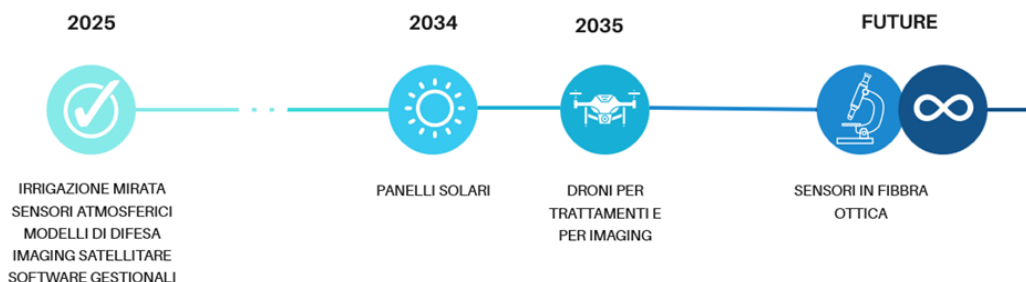


Figura 3.39: Schema di diffusione sviluppato tramite il modello di Bass

Si profila una prossima diffusione delle tecnologie legate alla sensoristica e al controllo basato sull'intelligenza artificiale, mentre i tempi di adozione dei pannelli solari e dei droni si delincono più distanti nel tempo. Per quanto concerne i sensori a fibra ottica, al momento non è possibile stimare un anno preciso di diffusione, data l'assenza di dati sulla fase iniziale di implementazione.

Nella linea temporale non sono state inserite per motivi differenti le tecnologie:

¹⁰Non si riporta il grafico del modello di Bass per evitare la ridondanza dei dati poichè l'obiettivo del modello per questo studio è quello di dare una stima sulla diffusione tecnologica per comprendere quali tipologie di clienti hanno già adottato le soluzioni

- *Microturbine Eoliche*: la tecnologia è nettamente inferiore ai pannelli solari sia dal punto di vista delle performance ma sul campo di applicabilità legato alle condizioni atmosferiche. L'esclusione è legata al fatto che la tecnologia non raggiungerà mai la piena diffusione ma può essere applicata sui casi specifici che hanno le caratteristiche per applicarla.
- *Ibridi Resistenti*: la tecnologia è già applicata in alcune zone, umide ma i vincoli territoriali oltre che quelli normativi sono i principali motivi di esclusione dalla piena diffusione.
- *Genome Editing*: la tecnologia pur avendo un grandissimo potenziale, come dimostrato dalle performance, è difficile ad oggi, immaginare una piena diffusione a causa del divieto europeo di utilizzo.

3.8 Modello di Rogers & Moore

Il modello di diffusione dell'innovazione di Rogers & Moore è un framework teorico che descrive il processo attraverso il quale le nuove idee, prodotti o pratiche si diffondono attraverso una popolazione. Rogers ha sviluppato questo modello negli anni '60, e continua ad essere una base importante per la comprensione dell'adozione di innovazioni in vari contesti.



Figura 3.40: Curva del modello di Rogers & Moore[61]

Il modello identifica cinque categorie principali di adottanti, che vengono descritte in seguito, ovviamente nel panorama italiano, non mancano profili aziendali che corrispondono alle descrizioni delle categorie previste dal modello in esame; a puro scopo esemplificativo, vengono riportate per ogni categoria le aziende target identificate.

Innovatori (Innovators) 2%: Sono gli individui o gruppi che adottano un'innovazione per primi sono spesso avventurosi, disposti a correre rischi e desiderosi di provare nuove idee.

Un'azienda vitivinicola che ambisce a definirsi autenticamente innovativa nel settore del vino deve districarsi in un contesto di prestigio e valore elevato perché questa posizione privilegiata non può essere mantenuta senza un costante impegno nell'adozione di tecnologie all'avanguardia, che non solo consentono di anticipare la concorrenza ma anche di preservare e accrescere lo status aziendale. La sfida di introdurre innovazioni nel settore vitivinicolo è tutt'altro che trascurabile, e solo un'azienda con radici profonde e una base finanziaria solida può affrontarla con successo, inoltre l'aspetto storico dell'azienda assume pertanto un ruolo cruciale, la storia non solo conferisce autorevolezza, ma fornisce anche una piattaforma stabile da cui sperimentare nuove idee senza compromettere la continuità.

Tuttavia, l'innovazione non può essere confinata alla mera adozione di nuove tecnologie; essa deve permeare la vision aziendale, abbracciando sia le radici tradizionali che la necessità di evolvere, una visione aziendale di ampio respiro diventa essenziale, in quanto permette di bilanciare l'eredità culturale e storica con la capacità di spingersi oltre i confini consolidati.

La capacità di unire tradizione e innovazione rappresenta la quintessenza di un'azienda vinicola veramente progressista che solo così può creare una sinergia tra il rispetto delle pratiche vinicole consolidate e la volontà di abbracciare le nuove frontiere del settore.

Le aziende target identificate sono:

- *Argea*: ad oggi definita la cantina più ricca d'Italia con 440 milioni di euro di ricavi e definito come nuovo colosso vitivinicolo italiano, si distingue con una produzione annuale di 170 milioni di bottiglie. L'azienda è il frutto della fusione tra i marchi di Botter e Mondodelvino ed è guidata dal fondo Clessidra, che detiene il 56% delle quote, ha registrato ricavi del 2021 superiori a 90% provenienti da esportazioni. Argea, rappresenta il primo gruppo vitivinicolo privato italiano, sottolineando il suo impegno nella valorizzazione dell'arte della terra attraverso la produzione di vini di qualità, il suo amministratore delegato, Massimo Romani, ha annunciato un ambizioso piano di investimenti di 50 milioni di euro, destinati a sostenere la crescita organica e possibili acquisizioni in Italia e all'estero, con l'obiettivo di diventare un'opportunità significativa per il settore vinicolo italiano.

Argea mira a consolidare la sua posizione nel mercato entro il 2025, aumentando i ricavi a 550 milioni di euro con uno sviluppo strategico che si concentrerà su Nord America ed Europa, portando la produzione di bottiglie a 220 milioni rispetto ai 170 milioni attuali.

Con sei sedi produttive tra Romagna, Piemonte e Veneto, oltre a numerosi

partner viticoli in diverse regioni italiane, Argea mira a puntare sulla sostenibilità, cercando di raggiungere gli obiettivi dell'UE per il 2030. Le aziende del gruppo, tra cui Barone Montalto, Cuvage, Ricossa, Poderi Dal Nespoli, Botter, Masseria Doppio Passo e il marchio Mondodelvino, saranno coinvolte in programmi di monitoraggio e promozione per costruire una solida base competitiva nel mercato globale.

- *Italian Wine Brands*: è il risultato della fusione tra Giordano Vini, leader nella produzione e vendita diretta di vini italiani, e Provinco Italia, azienda leader nella produzione e distribuzione di vini per la grande distribuzione organizzata sui mercati internazionali.

Il gruppo è quotato all'AIM Italia, il mercato di Borsa Italiana dedicato alle piccole e medie imprese, ed è il più grande gruppo vinicolo privato italiano e il primo ad essere quotato alla Borsa di Milano. Italian Wine Brands produce vini di alta qualità provenienti dalle rinomate zone viticole italiane, distribuendoli globalmente attraverso diversi canali di vendita, i suoi marchi coprono le esigenze dei clienti nei settori della vendita al dettaglio, della vendita diretta e del canale Horeca.

Il gruppo ha chiuso il primo semestre con un fatturato di 196,8 milioni di euro, registrando una significativa crescita nei mercati internazionali, infatti le vendite sono state particolarmente forti negli Stati Uniti e in Germania, i principali mercati di destinazione per il vino italiano all'estero.

- *Marchesi Antinori*: La cantina Marchesi Antinori è una delle più illustri e antiche aziende vinicole in Italia, con una storia che risale al 1385, è situata nelle regioni vinicole toscane, ed è gestita dalla famiglia Antinori da oltre 26 generazioni. La cantina è rinomata per la produzione di vini di alta qualità, tra cui il celebre Tignanello e Solaia. Marchesi Antinori è anche nota per il suo approccio innovativo alla viticoltura e all'enologia, sperimentando tecniche moderne pur mantenendo un profondo rispetto per le tradizioni vinicole, per questo la cantina è un'icona nel panorama vinicolo italiano, e la sua combinazione di prestigio, storia e innovazione la rende un punto di riferimento nel mondo del vino.
- *Cantine Gaja*: è un'azienda vinicola di fama internazionale situata nel cuore del Piemonte, fondata nel 1859 a Barbaresco da Giovanni Gaja. L'azienda è cresciuta sotto la guida di diverse generazioni della famiglia Gaja, oggi è celebre per la produzione di vini di alta qualità, in particolare quelli a base di uve Nebbiolo come il Barbaresco e il Barolo. La filosofia dell'azienda si basa su un profondo rispetto per la tradizione e il territorio, unito a un approccio innovativo e all'adozione di moderni metodi agricoli e enologici. Gli sforzi della cantina Gaja per la qualità si riflettono nei suoi vini iconici,

che ricevono elogi da parte di esperti del settore e appassionati di vino in tutto il mondo.

- *Masi Agricola*: è un rinomato produttore di vini con sede nella regione vinicola del Veneto, fondata nel 1772, l'azienda ha una lunga storia nella produzione di vini di alta qualità e ha giocato un ruolo significativo nello sviluppo e nella promozione di vini tipici della regione, in particolare dell'Amarone. Masi Agricola è conosciuta per la sua attenzione alla tradizione vinicola, unita a un approccio innovativo nella vinificazione, infatti la cantina si impegna nella valorizzazione del patrimonio vitivinicolo della zona e produce una vasta gamma di vini che riflettono il terroir unico del Veneto. L'azienda è anche coinvolta in progetti culturali e di enoturismo, offrendo esperienze autentiche legate alla storia e alla cultura del vino italiano.

Primi adottanti (Early Adopters) 14%: Questi sono i leader di opinione che seguono gli innovatori. Gli early adopters hanno una forte rete sociale e sono disposti a sperimentare nuove idee, ma scelgono più attentamente rispetto agli innovatori.

L'azienda vitivinicola, che si colloca tra le prime nell'adozione di nuove tecnologie, si posiziona nella fascia di alto valore anche se non di nicchia, l'azienda dimostra di essere consapevole del proprio posizionamento di mercato e dell'importanza di preservare e migliorare la qualità dei propri prodotti. Si distingue per la cautela nell'approccio innovativo è il risultato di una ponderata valutazione delle nuove proposte, indicando una mentalità imprenditoriale che cerca di bilanciare l'entusiasmo per l'innovazione con una valutazione ponderata dei rischi ma allo stesso tempo l'adozione tempestiva di nuove tecnologie riflette la volontà di rimanere al passo con i tempi e di soddisfare le aspettative di un mercato sempre più esigente. La vision aziendale deve essere dinamica e progressista per unire le radici salde alle tradizioni vinicole con la volontà di portare innovazioni significative per evolvere senza compromettere l'autenticità e l'identità, l'azienda così facendo emerge come un esempio di successo che riesce a coniugare il passato e il futuro, adattandosi con agilità alle mutevoli dinamiche del mercato e spingendo costantemente i confini dell'innovazione nel settore vinicolo.

Le aziende target identificate sono:

- *Fratelli Martini Secondo Luigi SpA*: celebre in Italia attraverso il marchio Casa Sant'Orsola e a livello internazionale con il brand Canti, emerge come una delle più grandi aziende vinicole italiane a conduzione familiare, è stata fondata nel 1947 e ha sperimentato una crescita costante, basata su principi fondamentali di innovazione, rispetto per la tradizione e ricerca incessante della qualità totale. L'approccio della Fratelli Martini si riflette nelle moderne tecniche e tecnologie enologiche impiegate, adattate con cura alla materia

prima attentamente selezionata, la produzione avviene sia attraverso una filiera corta e controllata nel Piemonte, dove gli stabilimenti produttivi sono situati, coinvolgendo oltre 1200 famiglie di agricoltori locali, sia tramite relazioni consolidate con le principali cooperative in altre regioni italiane, nel Piemonte, la filiera è gestita direttamente dall'azienda, mentre per le uve provenienti da altre regioni, vengono utilizzati accordi solidi con cooperative locali. La Fratelli Martini pone un'enfasi particolare sulla qualità totale, abbracciando una visione che coinvolge ogni aspetto del processo produttivo, dalla materia prima al prodotto finale, infatti mantiene standard qualitativi elevatissimi che vengono garantiti attraverso controlli puntigliosi in ogni fase, garantendo una tracciabilità immediata e una qualità assoluta per i consumatori.

- *Santa Margherita Gruppo Vinicolo*: fondato nel 1935 da Gaetano Marzotto, si distingue come un importante polo enologico italiano, riunendo dieci diverse tenute in alcune delle regioni più prestigiose dell'enologia italiana. Le regioni coinvolte includono Veneto-Orientale, Conegliano-Valdobbiadene, Lugana, Franciacorta, Trentino-Alto Adige, Chianti Classico, Maremma, Sicilia e Sardegna. Il Gruppo detiene una posizione di rilievo nell'industria del vino attraverso i suoi marchi distintivi, tra cui Santa Margherita, Torresella, Cà Maiol, Ca' del Bosco, Kettmeir, Lamole di Lamole, Vistarenni, Sassoregale, Terreliaide e Cantina Mesa.

Con una produzione di circa 20 milioni di bottiglie vendute annualmente in 90 Paesi nel mondo, il Gruppo Santa Margherita si è affermato come uno dei principali player nel settore vinicolo italiano ed è presente nei 5 continenti, con un particolare focus su Italia, Regno Unito, Germania, Canada e Stati Uniti, nel 2016, ha istituito la società Santa Margherita USA Inc. a Miami, operando con successo nell'importazione e distribuzione dei suoi prodotti negli Stati Uniti. La vasta distribuzione globale e la presenza in mercati chiave riflettono l'ambizione del Gruppo di far conoscere i suoi vini di alta qualità su scala internazionale.

- *Frescobaldi*: La Famiglia Frescobaldi è una delle famiglie vinicole più antiche e prestigiose d'Italia, con una storia che risale a oltre mille anni, l'azienda possiede diverse tenute vitivinicole in Toscana, tra cui Castello di Nipozzano, Castello di Pomino e Tenuta Castiglioni, è rinomata per i suoi vini toscani di alta qualità, compresi Chianti, Brunello di Montalcino e Super Tuscan. La Famiglia Frescobaldi è impegnata nella preservazione delle tradizioni vinicole toscane, combinando la passione per il vino con un approccio moderno e sostenibile.
- *Tenuta Conti Serego Alghieri*: è una storica azienda vinicola situata nella Valpolicella, Veneto, fondata nel 1353 dalla famiglia Alighieri, discendenti del

poeta Dante, la tenuta conserva una ricca tradizione vinicola, ed è nota per la produzione di vini di alta qualità come l'Amarone.

Maggioranza Precoce (Early Majority) 34%: Comprende la maggior parte della popolazione. Questi individui sono più scettici rispetto agli early adopters ma sono disposti ad adottare l'innovazione prima che diventi ampiamente accettata. Un'azienda vitivinicola che si distingue per l'adozione precoce di nuove tecnologie rappresenta un subset di realtà medio-grandi all'interno del settore, queste imprese, posizionandosi nella fascia di produzione di vini di medio-alto valore, cercano di non solo seguire il mercato a livello tecnologico ma anche di anticiparlo, riducendo allo stesso tempo al minimo i rischi associati a innovazioni più avventurose integrando soluzioni tecnologiche consolidate.

Nonostante la loro posizione finanziaria ben consolidata, queste aziende sono attente a mantenere un equilibrio delicato tra l'adozione di tecnologie all'avanguardia e la gestione prudente delle risorse finanziarie, infatti la necessità di investire in innovazione è riconosciuta come una strategia vitale per adattarsi al mercato in continua evoluzione, ma l'azienda deve evitare di eccedere nella sua spinta tecnologica al fine di preservare la sostenibilità economica.

La vision aziendale di queste imprese, sebbene progressista, è radicata nella razionalità.

Le aziende target identificate sono:

- *Azienda Agricola G. Milazzo:* situata a Campobello di Licata (AG) in Sicilia, gestisce 75 ettari di vigneti a un'altitudine di circa 400 metri con una diversità di terreni che spaziano dalle argille scure alle argille bianche calcaree. La famiglia Milazzo ha dedicato oltre cinquant'anni alla cura della vigna, combinando una selezione attenta dei cloni e biotipi con una precisa scelta dei terreni basata sul microclima di ogni contrada.

La ricerca e la sperimentazione sono elementi chiave nella filosofia dell'azienda, collaborando con ricercatori e istituti per valorizzare i cloni e studiare forme di allevamento ottimali, e adottando pratiche agricole sostenibili, minimizzando l'uso di macchinari e utilizzando esclusivamente fertilizzanti organici per preservare la purezza del prodotto e la salute delle falde acquifere.

- *Azienda vinicola Donnafugata:* fondata nel 1983, ha sede a Marsala, in Sicilia, il nome "Donnafugata" è ispirato alla reggia immaginaria presente nel romanzo di Tomasi di Lampedusa, "Il Gattopardo". La cantina possiede vigneti in diverse zone della Sicilia, tra cui Contessa Entellina, Sambuca di Sicilia, Pantelleria e Vittoria, l'ampia diversificazione di terroir e l'utilizzo di varietà autoctone e internazionali permettono a Donnafugata di produrre una vasta gamma di vini distintivi, ciascuno riflettendo le caratteristiche del luogo di provenienza, tra i vini più noti c'è il "Mille e una Notte" e il "Ben Ryé".

Donnafugata è anche nota per il suo impegno in pratiche agricole sostenibili e biodinamiche, infatti è attenta all'ambiente, cercando di ridurre l'impatto negativo sull'ecosistema e di preservare la salute dei vigneti.

- *Azienda Col Vetoraz*: impegnata nella coltivazione della vite nelle colline tra Valdobbiadene e Conegliano da oltre ottocento anni, la forte identificazione territoriale di Col Vetoraz si esprime nella coltivazione esclusiva di uve nella fascia pedemontana del sistema collinare Conegliano Valdobbiadene. Col Vetoraz si impegna per i suoi vini, evitando trattamenti chimici e producendo esclusivamente Valdobbiadene DOCG e Cartizze DOCG, come unica espressione delle sue radici. La filosofia aziendale si concentra su equilibrio, armonia ed eleganza, rappresentando un'autentica identità territoriale.
- *Cantina Vietti*: è un'importante azienda vinicola con sede a Castiglione Falletto, nel cuore delle Langhe, in Piemonte, fondata nel 1873, la cantina è conosciuta per la produzione di vini di alta qualità, in particolare Barolo e Barbaresco. La cantina gestisce diverse vigne prestigiose nelle Langhe, e la sua dedizione alla qualità e all'autenticità ha contribuito a consolidare la sua reputazione come uno dei produttori più rispettati della regione, inoltre è rinomata per l'approccio innovativo in vigna e in cantina, utilizzando pratiche sostenibili e tecniche all'avanguardia.
- *Feudi di San Gregorio*: è un'azienda vinicola situata in Campania, fondata negli anni '80, l'azienda ha svolto un ruolo chiave nella rivalutazione dei vini della regione, concentrando la sua attenzione su varietà autoctone come Fiano di Avellino e Greco di Tufo, la cantina si estende su diverse tenute ed è nota per la sua combinazione di tradizione e innovazione nella produzione di vini di alta qualità.
- *Planeta*: è una rinomata azienda vinicola siciliana, fondata negli anni '90, con diverse tenute distribuite in tutta l'isola. L'azienda è impegnata nella valorizzazione delle varietà autoctone siciliane, come il Nero d'Avola e il Grillo, producendo vini che riflettono il carattere distintivo della regione. Planeta è attenta all'innovazione e alla sostenibilità, e si impegna in pratiche agricole ecosostenibili.

Maggioranza Tardiva (Late Majority) 34%: Questo gruppo adotta l'innovazione solo dopo che è diventata ampiamente stabilita. Sono scettici e possono essere riluttanti al cambiamento, ma alla fine si adattano. L'azienda vitivinicola che ritarda l'adozione di nuove tecnologie si distingue per la sua cautela, e si verifica spesso nelle aziende di dimensioni medio-piccole, che si posizionano nel segmento di prodotti di livello medio e solitamente ritardano l'adozione delle tecnologie fino a

quando diventa inevitabile, ad esempio, a causa delle normative del settore. La resistenza al cambiamento è motivata dalla priorità data alla produzione quantitativa rispetto a quella qualitativa, infatti la vision aziendale di tali realtà è razionalista e orientata alla massimizzazione degli utili, piuttosto che alla crescita aziendale in termini di prestigio nel settore perché la redditività economica è considerata più importante della prospettiva strategica per l'innovazione, che viene spesso sottovalutata.

Tra le aziende target:

- *Cantine Zanatta*: fondate nel 2003 con vigneti sia in Sardegna che nel Veneto, 20 ettari nel in zona collinare, dedicati principalmente alle varietà Vermentino e Cannonau e altri 100 ettari nel comune di Olbia, con un focus sulla produzione di Vermentino di Gallura DOCG e Cannonau di Sardegna DOC. L'azienda si impegna nella produzione di vini, cercando di fondere tradizione e territorio ma mantiene una produzione radicata nella tradizione.
- *Azienda Agricola Quignones*: occupa un territorio di circa 100 ettari sul versante meridionale della collina di Sant'Oliva, nei pressi di Licata (AG), affacciandosi direttamente sul mar Mediterraneo. Le dimensioni medio-piccole dell'azienda, orientate principalmente alla produzione quantitativa anziché a quella qualitativa, contribuiscono a consolidare l'idea che l'innovazione rappresenti un investimento poco remunerativo. La visione aziendale si configura come pragmatica, focalizzata sulla redditività economica a breve termine, piuttosto che su una prospettiva di crescita basata sulla qualità e sulla reputazione nell'ambito vinicolo e l'importanza attribuita al rapporto costo/beneficio spinge l'azienda a procrastinare l'adozione delle tecnologie.

Ritardatari (Laggards): Sono gli ultimi a adottare l'innovazione e possono resistere al cambiamento più a lungo rispetto agli altri gruppi. I ritardatari spesso preferiscono mantenere le pratiche esistenti e sono sospettosi delle nuove idee. Un'azienda vitivinicola che è restia nell'adottare le innovazioni si distingue per la sua resistenza prolungata al cambiamento rispetto ad altri attori del settore. Questa resistenza è spesso riscontrabile nelle aziende vitivinicole a conduzione familiare di dimensioni più contenute, che mostrano una preferenza marcata nel mantenere le pratiche tradizionali, accompagnata da un certo scetticismo verso le nuove idee.

La radice di questa resistenza può essere attribuita a diversi fattori, tra cui:

1. la *scarsa istruzione degli imprenditori*, infatti l'accesso limitato alle opportunità di istruzione per gli imprenditori può contribuire a un atteggiamento conservatore e a una mancanza di familiarità con le potenzialità delle nuove tecnologie;

2. la *percezione degli alti costi di investimento* associati alle tecnologie emergenti, perché spesso mancano delle risorse finanziarie necessarie per adottare soluzioni innovative e questo impone limiti agli investimenti, rendendo gli alti costi delle tecnologie avanzate un ostacolo pratico difficilmente superabile.

La vision aziendale di tali imprese risulta essere non lungimirante, focalizzata principalmente sui ricavi immediati piuttosto che sulla crescita a lungo termine. Tra le aziende meno innovative ci sono piccoli produttori locali di vino che potrebbero non essere fortemente orientati all'adozione di nuove tecnologie o approcci moderni nella produzione del vino, perché potrebbero avere una commercializzazione limitata e potrebbero concentrarsi principalmente sulla produzione tradizionale o artigianale, a volte per un mercato locale o regionale più ristretto.

Tra le aziende target:

- **Azienda Agricola Specchio:** fondata nel 1950 a Campobello di Licata (AG), rappresenta un esempio di realtà vitivinicola di piccole dimensioni e a conduzione familiare che mostra una marcata resistenza all'adozione dell'innovazione nel settore.

L'azienda Specchio, similmente ad altre realtà meno innovative, si concentra su una produzione tradizionale o artigianale, destinata a un mercato esclusivamente locale.

I *produttori di uva* destinati alle cantine sociali rappresentano una buona parte dei Laggards del settore perché hanno approcci più tradizionali e orientati alla produzione di base.

Spesso non esistono aziende target nel senso tradizionale del termine, ma piuttosto sono rappresentati da ditte individuali o imprenditori agricoli che gestiscono vigneti di loro proprietà o presi in affitto e si concentrano esclusivamente sulla coltivazione delle viti e sulla produzione di uva conto terzi, cioè senza intraprendere la trasformazione del prodotto in vino. Queste ditte di solito sono di dimensioni più contenute rispetto alle aziende vinicole tradizionali, e l'imprenditore agricolo si occupa direttamente della gestione quotidiana delle vigne.

Questo modello di produzione è comune in aree dove la coltivazione dell'uva è una pratica radicata e dove le cantine svolgono un ruolo chiave nella trasformazione dell'uva in vino, soprattutto se è alta l'attenzione rivolta al terroir e alle caratteristiche delle uve che soddisfano le richieste delle cantine.

3.8.1 Processo di diffusione

Il processo di diffusione dell'innovazione segue una curva a S, in giallo nell'immagine seguente, che è un modello concettuale che aiuta a comprendere come le nuove idee si diffondono attraverso una popolazione o un mercato.

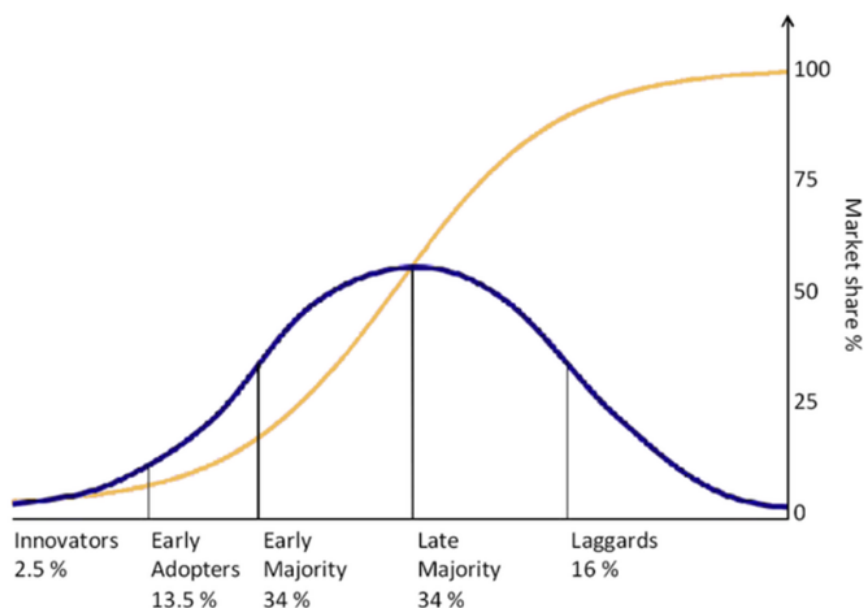


Figura 3.41: Processo di diffusione a confronto con il modello di Rogers e Moore[62]

L'immagine della curva a S rappresenta la crescita esponenziale dell'adozione dell'innovazione nel tempo, partendo da una fase iniziale lenta, accelerando con l'adesione della maggioranza precoce e raggiungendo infine un plateau quando la maggior parte del mercato ha adottato l'innovazione, si possono identificare 3 fasi principali:

1. **Fase di adozione iniziale (*Innovatori e Primi adottanti*):** La curva mostra una crescita lenta all'inizio, poiché solo una piccola percentuale della popolazione è coinvolta in questa fase.
2. **Fase di accelerazione (*Maggioranza Precoce e parte della Maggioranza tardiva*):** Con l'adesione dei primi adottanti, l'innovazione inizia a diffondersi più rapidamente tra la maggioranza precoce. In questa fase, la popolarità e l'accettazione crescono, attirando più consumatori interessati all'innovazione. La curva mostra un'accelerazione notevole, riflettendo l'effetto cumulativo dell'adozione da parte di gruppi più ampi.
3. **Fase del Plateau (*Maggioranza tardiva e Ritardatari*):** Quando la maggior parte del mercato ha adottato l'innovazione, la curva raggiunge un plateau, indicando che la sua adozione ha raggiunto la saturazione massima nella popolazione di riferimento e dunque la crescita rallenta poiché rimangono solo i ritardatari da convincere ad adottare l'innovazione.

Nel grafico successivo si riportano le stime di diffusione degli ultimi 5 anni per le tecnologie analizzate, partendo dai dati di diffusione stimati tramite il modello di Bass visto al 3.7

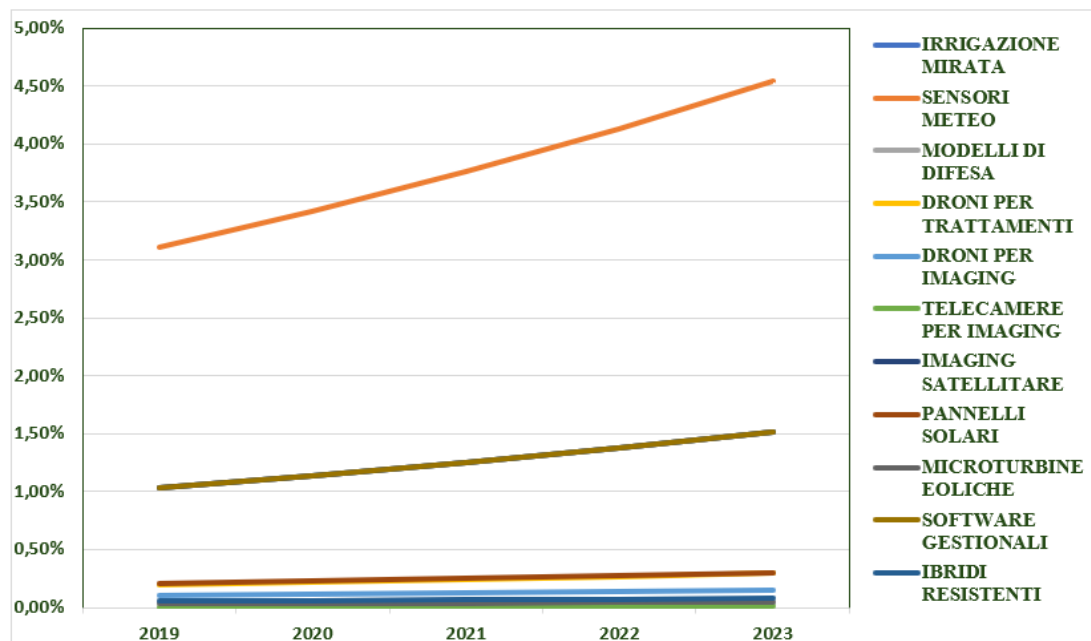


Figura 3.42: Applicazione del modello di Rogers e Moore

Si noti dunque che tutte le tecnologie sono nella fascia tra lo 0% e il 5%, dunque in piena fase di adozione iniziale, dunque i clienti raggiunti sono tutti classificabili come **innovatori e/o primi adottanti**.

3.9 Modello di Abernathy & Utterback

Il modello proposto da James L. Utterback e William B. Abernathy negli anni '70 si concentra sull'analisi dell'evoluzione delle tecnologie a livello settoriale, evidenziando come imprese in diverse fasi di sviluppo reagiscano a pressioni uniche attraverso diversi tipi di innovazione.

Il modello postula che le innovazioni di prodotto e di processo progrediscano in modo indipendente, delineando tre fasi ben definite, ciascuna caratterizzata dalla struttura del settore e dalle fonti di vantaggio competitivo:

1. **Fase Fluida (*Incubazione*):** In questa fase, la competizione si focalizza sulle performance funzionali ed è in questo periodo sperimentale che emergono diverse architetture e si cerca di definire una soluzione condivisa che diventerà

il Dominant Design, infatti le imprese che competono sono numerose e piccole e si concentrano sulle caratteristiche tecniche del prodotto o del servizio con strutture organizzative flessibili per soddisfare un bisogno non espresso chiaramente dal mercato. Il concetto di prodotto dominante non è ancora definito, e l'investimento in innovazione del processo è limitato perché l'innovazione è spesso discontinua e le imprese pionieristiche guidano il cambiamento tecnologico cercando di ottenere un vantaggio competitivo.

2. **Fase di Transizione (*Diffusione*):** Una volta che la tecnologia è stata sviluppata, la competizione si sposta verso la variazione del prodotto, con un'attenzione crescente al processo per migliorare l'efficienza e ridurre i costi, grazie all'economie di scala legate all'emersione del Dominant Design. Il numero di imprese diminuisce, fenomeno noto come "shake out", poiché non tutte possono raggiungere l'efficienza richiesta dalla nuova architettura di prodotto e sono necessarie strategie orientate agli investimenti in tecnologie di processo per la produzione su larga scala; quindi le aziende che sono in grado di adattarsi, cioè quelle che hanno ottenuto maggiore approvazione di mercato, mantengono la propria presenza e competitività nel mercato di riferimento, al contrario, quelle che non riescono ad allinearsi con questa evoluzione devono esplorare nuove attività o competere in nicchie di mercato specifiche.
3. **Fase Specifica (*Maturità e Declino*):** La competizione si orienta sui costi e sulla qualità. Con il raggiungimento del limite superiore della tecnologia, gli investimenti significativi in tecnologie di prodotto diventano poco convenienti infatti è in questo periodo che si registra un aumento del numero di brevetti legati al processo produttivo, contribuendo così a superare gli ostacoli legati ai costi di produzione. Si osserva un'ulteriore riduzione del numero di imprese e una ancora maggiore somiglianza tra i prodotti e la concorrenza ormai si basa esclusivamente sul prezzo. Le performance, rappresentate dalle curve a S del paradigma tecnologico, mostrano un aumento fino alla fase specifica, seguito da un declino.

Nel modello si fa riferimento al *Dominant Design*[63], la prima definizione ufficiale è data direttamente dagli autori nel "Patterns of Industrial Innovation", cioè "una singola architettura che stabilisce un dominio nella categoria di prodotto". Dando una definizione più moderna del concetto, si può esprimere come il modello o l'architettura di prodotto prevalente che emerge e viene ampiamente accettato in un settore, diventando il punto di riferimento (dominante) per la progettazione di prodotti o tecnologie in quella categoria.

Il modello di Abernathy e Utterback storicamente è stato pensato e applicato principalmente alle industrie manifatturiere, ma i concetti chiave possono essere

estesi ad altri settori, perchè offre un quadro completo, di quanto visto nel capitolo, e utile per comprendere come le aziende navigano attraverso le fasi dell'innovazione tecnologica e come i modelli di competizione evolvono nel tempo tramite lo studio di 4 grafici:

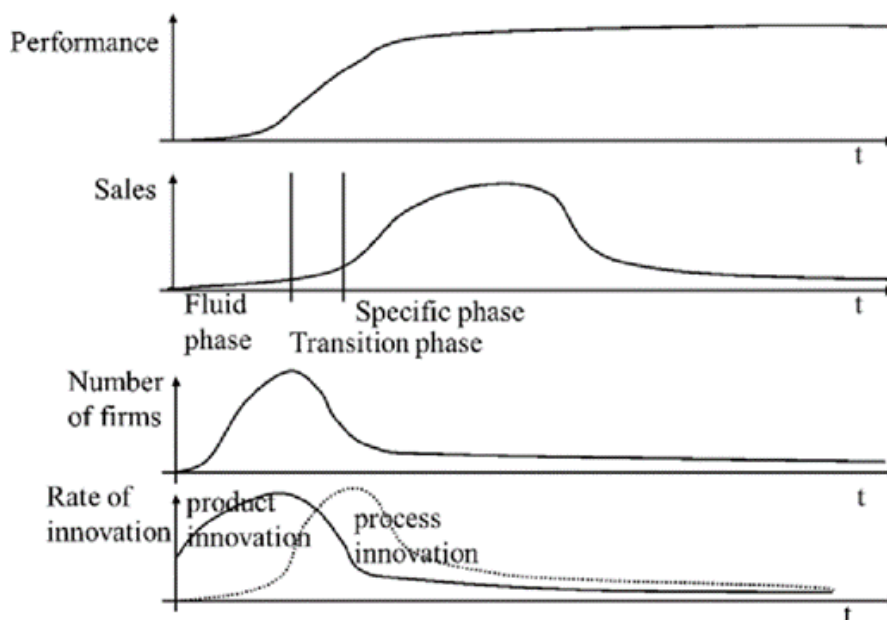


Figura 3.43: Rappresentazione dei grafici del modello di Abernathy e Utterback[64]

3.9.1 Analisi delle Performance

La prima analisi del modello in questione riguarda il confronto della tecnologia emergente con la tecnologia tradizionale. Lo studio è stato trattato nel paragrafo 3.5.3.

3.9.2 Analisi delle vendite

Le vendite della tecnologia tradizionale, possono essere ben approssimata con i nuovi impianti di vigneto che vengono stanziati annualmente per l'Italia, secondo le normative europee.

Superficie vitata totale in Italia secondo i censimenti Istat							fonte: Censimento ISTAT
	Superficie (ha)						
	1982	1990	2000	2010	2021	2021/2010	
Piemonte	74,726	61,734	52,906	46,710	43,282	-7%	
Valle d'Aosta	947	691	517	432	437	1%	
Lombardia	30,738	25,873	22,070	22,293	24,725	11%	
Liguria	7,358	5,279	2,391	1,312	1,379	5%	
Trentino-Alto Adige	13,906	13,673	13,864	15,323	16,517	8%	
Veneto	95,819	80,635	73,781	73,709	101,432	38%	
Friuli-Venezia Giulia	20,655	17,805	17,805	19,669	26,349	34%	
Emilia-Romagna	85,451	67,497	60,072	55,815	54,842	-2%	
Toscana	89,869	70,487	58,504	56,588	58,664	4%	
Umbria	22,873	17,986	14,227	12,059	9,237	-23%	
Marche	31,762	26,179	19,660	15,475	14,827	-4%	
Lazio	71,509	51,362	29,533	16,082	15,640	-3%	
Abruzzo	40,776	40,824	34,904	30,583	29,230	-4%	
Molise	9,236	8,037	5,883	4,173	3,682	-12%	
Campania	48,937	39,123	29,264	21,002	21,701	3%	
Puglia	184,867	144,533	111,290	96,750	96,551	0%	
Basilicata	18,789	13,118	8,737	5,508	3,848	-30%	
Calabria	37,570	23,797	13,826	9,076	6,874	-24%	
Sicilia	187,091	173,746	121,796	110,699	89,625	-19%	
Sardegna	70,137	47,821	26,301	18,866	17,110	-9%	
ITALIA	1,142,251	929,189	717,334	632,125	635,952	1%	
Nord-ovest	113,769	93,577	77,884	70,747	69,823	-1%	
Nord-est	215,831	179,609	165,522	164,516	215,657	31%	
Centro	216,013	166,015	121,925	100,204	98,368	-2%	
Sud	340,176	269,432	203,905	167,092	161,886	-3%	
Isole	257,228	221,567	148,098	129,565	106,735	-18%	

Figura 3.44

Rappresentando graficamente i dati riportati in tabella relativi all'Italia e considerando costanti i decrementi annui tra i periodi temporali, si ottiene:

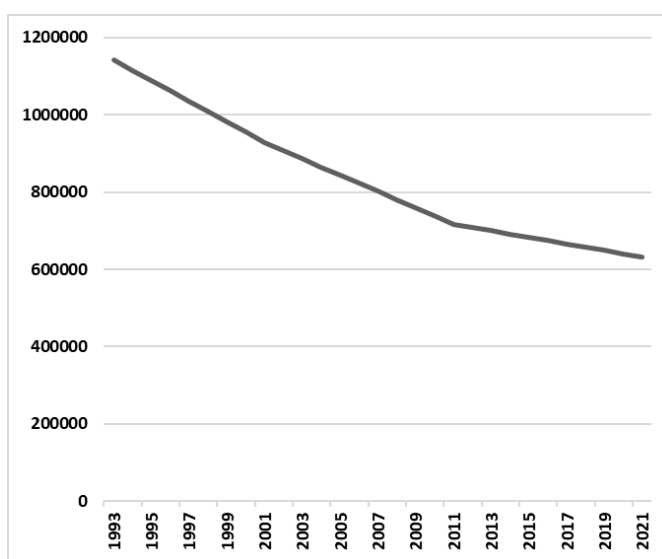


Figura 3.45: Andamento della superficie vitata in Italia dal 1993 al 2021

Considerando sia lo stato della curva ad S della tecnologia tradizionale, che come detto si può classificare in pieno stadio di decelerazione e sia il numero delle vendite riportate che mostra la piena fase di declino si può affermare che il **dominant design tradizionale** è emerso e le tecnologie sono quelle riportate al 3.5.1.

Nel grafico successivo si riportano le stime di vendita delle tecnologie degli ultimi 5 anni per le tecnologie analizzate, con le stesse assunzioni fatte al 3.8.

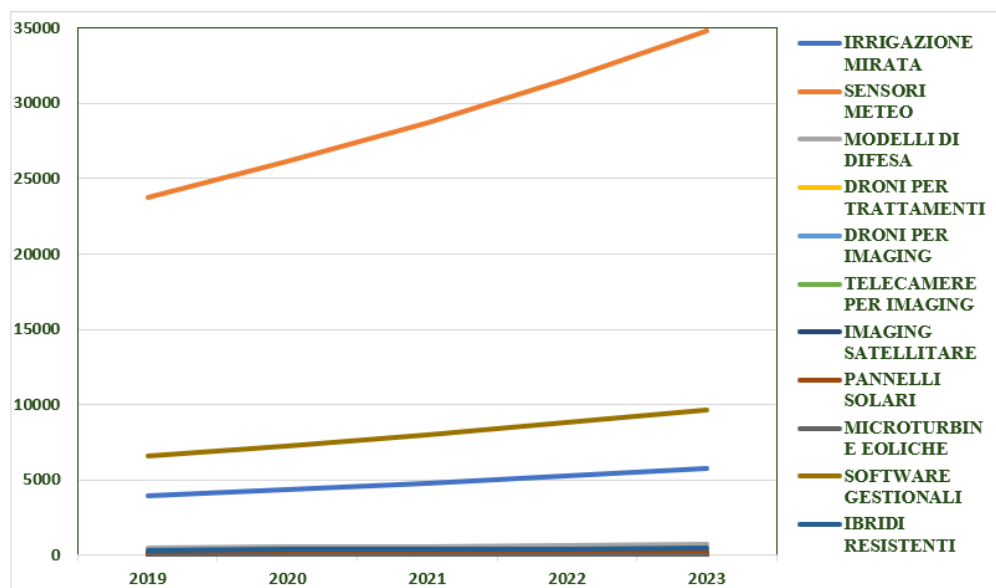


Figura 3.46: Stima di vendita delle tecnologie emergenti dal 2019 al 2023

Per le ragioni elencate e per le ridottissime vendite di tutte le tecnologie, si può affermare che tutte le tecnologie si trovano in **piena fase fluida** poiché, essendo tecnologie molto giovani e poco applicate, non vi è l'affermazione del design per nessuna tecnologia, addirittura a volte la tecnologia è proposta da una sola azienda. Negli anni futuri il monopolio attuale nella produzione della tecnologia può essere una causa di emergenza del dominant design infatti a volte tante imprese devono scegliere l'architettura da adottare e puntano su quella dell'impresa con maggior reputazione o che è first mover nel settore; in realtà alcune ragioni sono endogene al contesto tecnico-economico e non sempre la superiorità della tecnologia è così facile da dimostrare. I criteri di adozione sono quelli dei clienti e questo non si traduce necessariamente nella superiorità tecnologica.

Gli innovators e gli early adopters giudicano la tecnologia e dunque bisogna tenere in considerazione le loro esperienze, ed essendo dei fattori che non possono essere controllati e a volte possono portare delle conseguenze di lungo termine. Per il settore in esame si è nel pieno della fase critica per le decisioni degli innovators

e degli early adopters, che come visto al 3.8, sono gli unici ad aver adottato le tecnologie, affermarsi dunque in questo periodo potrebbe risultare decisivo per la sopravvivenza nel settore.

3.9.3 Analisi dei brevetti

Per ciò che concerne il tasso di innovazione si può notare che non vi sono fasi definite ma i brevetti vengono emessi in maniera non regolare e i numeri sono bassi, in linea con i bassi investimenti nella ricerca del settore.

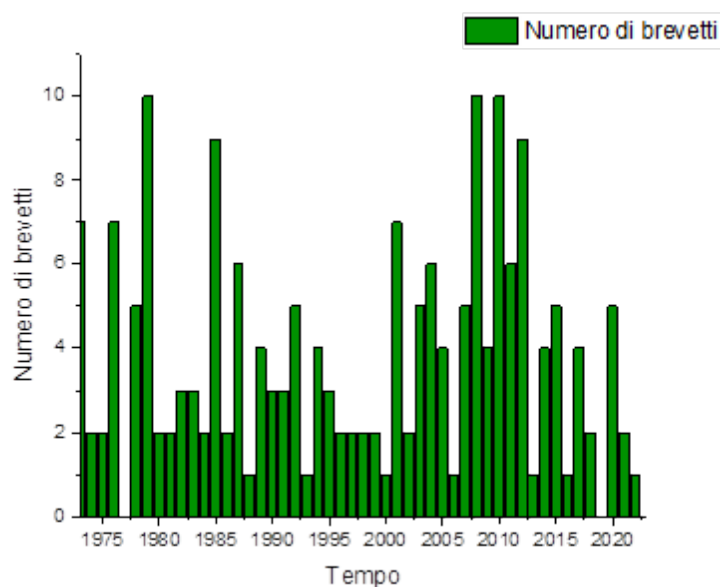


Figura 3.47: Numero di brevetti depositati in Italia nel settore vitivinicolo dal 1975 al 2023

La bassa densità di brevetti nel settore vitivinicolo indica un livello di innovazione complessivamente ridotto. Questa situazione deriva da una limitata propensione ad investire in ricerca e sviluppo, suggerendo una resistenza alle nuove idee o tecnologie. Inoltre, riflette una struttura industriale più tradizionale, con le aziende che preferiscono adottare pratiche consolidate piuttosto che innovare. Si noti che Dalle analisi degli studi effettuati è emerso che gli investimenti italiani si assestano intorno allo 0,03% del PIL nazionale.

La mancanza di brevetti segnala una collaborazione limitata e un trasferimento tecnologico ridotto all'interno del settore, ostacolando la diffusione di nuove idee tra le aziende. La presenza di barriere all'ingresso, come i vincoli ai nuovi impianti, scoraggia i nuovi partecipanti e riduce la competizione, In settori più tradizionali o

maturi come quello vitivinicolo, l'innovazione si basa su miglioramenti incrementali anziché su scoperte rivoluzionarie. Le aziende preferiscono mantenere segrete le loro innovazioni piuttosto che brevettarle, considerando la protezione brevettuale come insufficiente o costosa.

È essenziale considerare che la densità di brevetti non rappresenta l'unico indicatore del settore vitivinicolo. Altri fattori, come la qualità delle innovazioni, la loro adozione e l'efficacia del trasferimento tecnologico, contribuiscono a una valutazione più completa del livello di innovazione e vitalità nel settore.

3.9.4 Analisi delle aziende nel settore

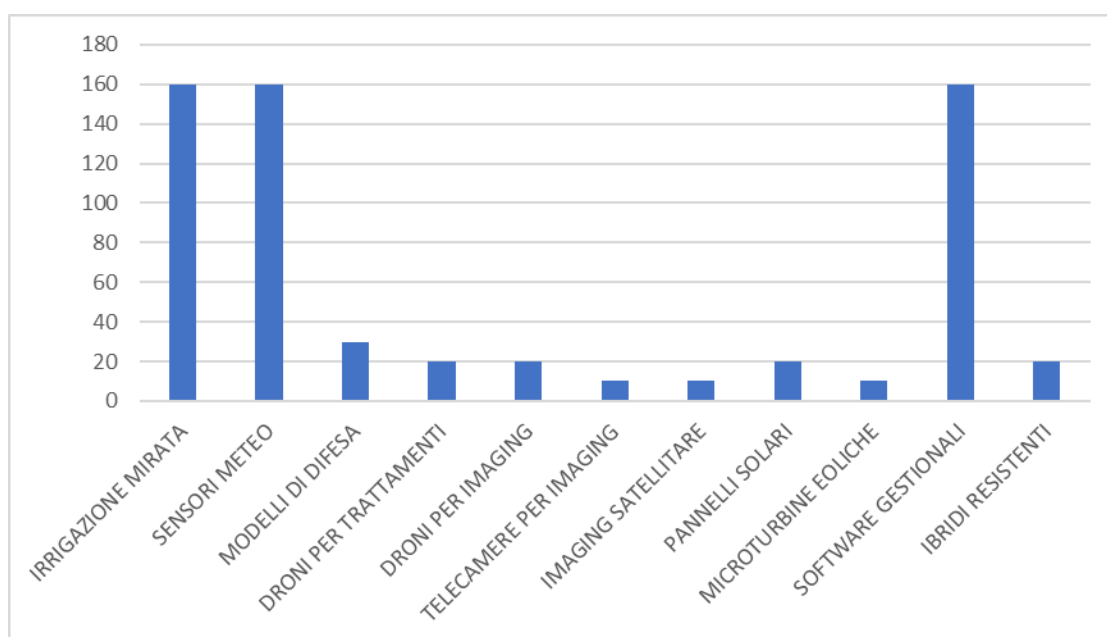


Figura 3.48: Numero di aziende operanti nel settore

Il grafico sopra riportato fornisce un'indicazione sul numero di aziende operanti nel settore della produzione di tecnologie. I dati utilizzati per questa analisi sono stati estratti da articoli pubblicati su Repubblica e Milano Finanza, nonché da fonti online e statistiche dell'ISTAT.

Una considerazione rilevante è che il numero di aziende operative nell'ambito della vitivinicoltura è molto basso rispetto alla realtà delle aziende vitivinicolo, secondo questi dati ogni azienda nel settore dell'agricoltura di precisione, potrebbe gestire circa 4000 ettari di vigneto. Questo dato suggerisce un'opportunità per nuovi entranti, poiché c'è un ampio spazio per la crescita del settore. Inoltre è emerso che molte delle aziende non hanno l'agricoltura come mercato principale, ma sono

specializzate nelle specifiche tecnologie, che sono state originariamente sviluppate per altri settori e successivamente adattate per l'utilizzo in vitivinicoltura o nell'agricoltura in generale. Le aziende operanti in questo settore non sono verticalmente integrate, cioè si specializzano in un determinato settore, ad esempio sensori o droni, senza una comunicazione diretta tra di loro con le altre.

L'eccezione a questa mancanza di interazione è rappresentata dai sistemi software e dai sensori che possono collaborare con modelli di difesa per garantire una gestione più efficace delle tecnologie agricole, ma non esistono realtà in grado di fornire una panoramica tecnologica completa.

3.10 Dinamiche dell'evoluzione: Effetto Lock-in

Nel contesto agricolo, l'effetto Lock-in è un fenomeno intrinseco, è influenzato dalla presenza di un dominant design affermato come visto al 3.9.2.

Questo dominant design crea un contesto in cui i viticoltori e l'intera industria sono vincolati perché è il risultato di una lunga storia di prassi e metodologie, selezionate per adattarsi alle esigenze del passato. Queste pratiche consolidano il loro dominio attraverso una serie di fattori:

- *Economie di Scala*: si verificano quando la produzione su larga scala consente di ridurre i costi marginali, ovvero più un'azienda produce, meno costi ha per unità di prodotto. Ad esempio un'azienda vinicola che possiede e gestisce una vasta estensione di vigneti può beneficiare delle economie di scala, quindi negli anni ha aumentato la dimensione della coltivazione per distribuire i costi operativi su una maggiore quantità di uve, riducendo così i costi medi di produzione per ogni chilogrammo di uva coltivato.
- *Economie di Apprendimento*: si verificano quando un'organizzazione migliora nel tempo la sua efficienza operativa e la sua capacità di produzione attraverso l'esperienza e l'apprendimento. Ad esempio, una nuova azienda vinicola inizialmente sperimenta diverse tecniche di coltivazione, gestione del suolo e irrigazione. Con il tempo, attraverso l'apprendimento dalle esperienze, l'azienda ottimizza le pratiche agricole, migliora la gestione del vigneto e aumenta la qualità delle uve, riducendo i costi operativi grazie all'esperienza acquisita ma si vincola idealmente a richiudersi in quella gestione, escludendo a sperimentarne di nuove.
- *Esternalità di Rete*: si verificano quando il valore di un prodotto o di un servizio aumenta all'aumentare del numero di persone che lo utilizzano, cioè il beneficio di utilizzare un bene o un servizio dipende dal numero di altri utenti. Ad esempio se una regione vinicola diventa rinomata per la produzione di un particolare tipo di uva, tutte le aziende vinicole della zona possono beneficiare

delle esternalità di rete. La reputazione collettiva della regione può attirare l'attenzione dei consumatori, aumentando il valore delle uve coltivate in quella zona, ma questo porta a non aver libertà di adozione di nuove gestioni agricole, perché il processo di produzione di un vino specifico, può "standardizzare" la coltivazione e la gestione della vite secondo un approccio particolare, spesso radicato nella tradizione che conferisce al prodotto le sue caratteristiche distintive. Modificare la gestione della coltivazione potrebbe comportare il rischio di deviare dalla peculiarità e dalla specificità che contraddistinguono vino.

- *Scelte di Integrazione*: si riferiscono alla decisione di un'azienda di gestire in modo interno o esterno determinate funzioni o attività e riguarda l'intera struttura organizzativa della value chain della produzione, alla distribuzione, quindi l'intero paradigma tecnologico. Ad esempio, un'azienda vinicola potrebbe decidere di gestire internamente tutte le fasi della coltivazione, dalla potatura all'irrigazione, fino alla raccolta delle uve. Questa integrazione permette un controllo più diretto sulla qualità delle uve, ma richiede anche investimenti in attrezzature e personale oppure in caso di outsourcing di alcune attività, si affida a partnership storiche difficili da scavalcare.
- *Costi affondati (Sunk Cost)*: sono costi che sono stati sostenuti dall'azienda e che non può essere recuperati, poiché sono legati all'architettura affermata che rimane stabile finché non si è in grado di generare diverse architetture. Ad esempio, un'azienda vinicola che ha investito una somma considerevole nell'acquisto di attrezzature per la coltivazione della vite, come macchinari per la potatura, sistemi di irrigazione e strumenti di monitoraggio. Se l'azienda decide di passare a nuove tecnologie, potrebbe sentirsi riluttante a causa del legame finanziario con le attrezzature precedentemente acquistate oppure passando dalla coltura di vite tradizionale a ibridi resistenti, dovrebbe prima eliminare la vecchia piantagione, piantare la nuova varietà e perdere circa 2/3 anni di produzione.

Inoltre l'effetto Lock-in nell'agricoltura è ulteriormente accentuato da normative e politiche agricole che favoriscono il mantenimento dello status quo, come il divieto di utilizzo del genome editing rendendo meno attraente o addirittura proibitivo il passaggio a nuovi paradigmi agricoli.

Questo fenomeno di Lock-in non solo ostacola l'innovazione nel settore, ma rischia anche di limitare la resilienza del sistema agricolo al cambiamento climatico e la crescente domanda di sostenibilità delle colture. Tuttavia, riconoscere l'esistenza di questo effetto è il primo passo per sviluppare strategie efficaci per superarlo.

Capitolo 4

Idea di start-up

Questo capitolo rappresenta un'analisi critica e dettagliata del modello di business di una start-up orientata alla diffusione delle tecnologie agricole nel settore vitivinicolo. L'obiettivo principale è rivoluzionare le pratiche agricole tradizionali grazie alla diffusione tecnologica nel settore vitivinicolo nel primo periodo per poi diffonderle in quello agricolo.

Le soluzioni tecnologiche analizzate finora rappresenteranno il punto di partenza per il miglioramento dell'efficienza operativa, dell'ottimizzazione delle risorse e della sostenibilità ambientale. In primo luogo, bisognerebbe concentrarsi su un incremento della qualità dell'uva e di conseguenza quella dei vini, bisognerebbe ottimizzare l'efficienza operativa tramite la standardizzazione di processi ad oggi non standardizzati, che comporterebbe una netta riduzione dei costi di manodopera, consentendo ai clienti di gestire in maniera più efficiente il vigneto. Non sarebbe da trascurare il fattore di sostenibilità promuovendo pratiche rispettose dell'ambiente come risparmio di acqua e riduzione di pesticidi.

Il capitolo si apre con l'analisi della competitività dell'industria tramite il modello di Porter. Questo framework aiuta a comprendere il contesto competitivo in cui si andrà ad operare e permette di sviluppare le leve strategiche che potrebbero plasmare il successo delle tecnologie emergenti e della start-up.

Successivamente si svilupperà un Business Model per una start-up utilizzando strumenti come l'analisi TAM, SAM, SOM per dimensionare il mercato e strumenti di allocazione dei costi si mira a stimare le dimensioni possibili del mercato.

Attraverso questo approfondimento, dunque il capitolo offre un quadro completo della posizione della start-up nel contesto della vitivinicoltura, delineando le sfide e le opportunità che caratterizzano la diffusione delle tecnologie agricole in questo settore specifico.

4.1 Modello di Porter

Il modello di Porter, sviluppato da Michael Porter, è un quadro teorico per analizzare l'ambiente competitivo di un'industria e per formulare strategie aziendali efficaci.

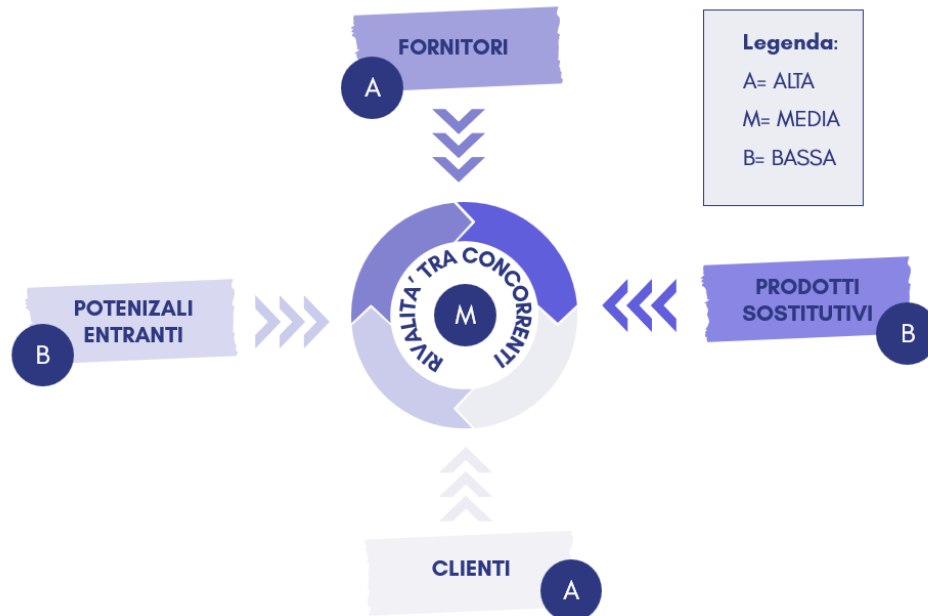


Figura 4.1: Schema sviluppato del modello di Porter

Il modello si concentra su cinque forze chiave che determinano la competitività di un settore e influenza le strategie delle imprese al suo interno:

1. **Minaccia di nuovi entranti (Barriere all'ingresso):** Questa forza valuta quanto sia facile per nuove imprese entrare in un settore specifico, le barriere all'ingresso, come costi elevati, economie di scala, e l'accesso ai canali di distribuzione, possono infatti ridurre la minaccia dei nuovi concorrenti;
2. **Potere contrattuale dei fornitori:** Questa forza riflette la capacità dei fornitori di influenzare i prezzi, le condizioni di pagamento e altre condizioni nei confronti delle imprese dell'industria, ad esempio un numero limitato di fornitori potenti può aumentare il loro potere contrattuale;
3. **Potere contrattuale dei clienti:** Questa forza misura la capacità dei clienti di influenzare i prezzi, richiedere servizi migliori o trasferirsi facilmente da un'azienda all'altra come un numero limitato di clienti potenti può aumentare il loro potere contrattuale;

4. **Minaccia di prodotti sostitutivi:** Questa forza esamina la disponibilità di alternative che possono soddisfare le stesse esigenze o funzioni, infatti la presenza di prodotti sostitutivi può limitare il potere delle imprese di fissare prezzi elevati;
5. **Intensità della rivalità tra concorrenti:** Questa forza esamina il grado di concorrenza all'interno di un settore e da informazioni circa l'intensità della rivalità che può essere influenzata da vari fattori, tra cui il numero di concorrenti, la crescita del settore, la differenziazione dei prodotti e la capacità di uscire dal settore.

L'analisi delle cinque forze di Porter aiuta le imprese a comprendere il contesto competitivo in cui operano e a sviluppare strategie per affrontare le dinamiche dell'industria. Porter ha anche introdotto il concetto di "vantaggio competitivo" come chiave per la formulazione di strategie di business di successo, che implica la creazione e il mantenimento di una posizione unica che permette all'azienda di superare la concorrenza nel lungo periodo.

In questo capitolo, si approfondirà ulteriormente lo sviluppo e l'applicazione del modello di Porter, concentrandosi sull'esame dettagliato delle varie forze che configurano il tessuto competitivo in cui la start-up sarebbe chiamata a muoversi, ogni singola forza esplora le dinamiche sottili e le interconnessioni che delineano il panorama competitivo.

Attraverso questa analisi si intende tracciare una mappa precisa delle influenze esterne che potrebbero plasmare il percorso imprenditoriale e questa comprensione fornirebbe l'ispirazione necessaria per elaborare una strategia forte e flessibile, in grado di adattarsi alle mutevoli condizioni del mercato.

Clienti

Questa forza viene definita **ALTA** perché la mancanza di restrizioni normative conferisce ai clienti un'ampia libertà di scelta, consentendo loro di plasmare le decisioni in base alla propria propensione all'innovazione e ai vantaggi pratici che le nuove tecnologie possono offrire alle loro attività, dunque la flessibilità decisionale si manifesta in tutta la sua potenza, creando un ambiente dinamico in cui le preferenze dei clienti giocano un ruolo determinante.

In questo scenario, l'adattamento dei prezzi di vendita diventa l'elemento decisivo. L'analisi dei costi di implementazione è solo il punto di partenza; è altrettanto importante considerare la valutazione del valore e dei benefici che i clienti attribuiscono alle soluzioni tecnologiche proposte, infatti l'elasticità ai prezzi diventa così un requisito fondamentale per rispondere alle esigenze specifiche dei clienti, riflettendo la loro propensione al pagamento e garantendo un equilibrio tra costi e valore percepito.

La strategia di pricing diventa quindi un mezzo per comunicare il valore intrinseco

delle tecnologie offerte, creando una sinergia tra la propensione al pagamento dei clienti e la proposta di valore della soluzione tecnologica.

Minaccia di nuovi entranti (Barriere all'ingresso)

Concentrandoci sulla minaccia dei nuovi entranti, la forza è classificabile come **BASSA** poiché emergerebbe una prospettiva ottimistica per la start-up, inserendosi in un contesto ancora inesplorato. Questa situazione aprirebbe la strada per un possibile posizionamento strategico come "First Mover", consentendo di stabilire un solido punto d'appoggio nel mercato.

Una delle chiavi per mitigare la potenziale minaccia dei nuovi entranti potrebbe essere la formazione di alleanze strategiche infatti la start-up potrebbe mirare a stringere collaborazioni con clienti e fornitori, creando un tessuto relazionale che non solo consoliderebbe la sua presenza nel mercato e la reputazione ma che costituirebbe anche un ostacolo pratico per chi tentasse di entrare.

Nel settore in cui la start-up si potrebbe collocare, la potenziale minaccia dei nuovi entranti potrebbe attenuarsi ulteriormente grazie alla complessità delle competenze richieste che non si riduce ai soli di investimenti finanziari, ma di conoscenze specializzate difficili da replicare come le informazioni tecniche avanzate sulla realizzazione degli impianti e il know-how per gestirli correttamente.

Fornitori

La forza dei fornitori risulta essere **ALTA**, poiché sono i principali fornitori delle tecnologie essenziali che costituiscono il cuore dell'offerta della start-up, infatti senza questi elementi chiave, la capacità della start-up di offrire soluzioni innovative e competitive sarebbe notevolmente compromessa.

La dipendenza da fornitori specializzati sottolinea la loro posizione di forza, avendo il potere di influenzare direttamente la qualità, l'accessibilità e la tempestività delle risorse tecnologiche fornite.

Dunque la relazione con i fornitori diventa quindi un elemento critico nella determinazione del successo e della sostenibilità dell'attività della start-up e diventa fondamentale comprendere il grado di controllo e influenza che essi esercitano sull'ecosistema tecnologico della start-up. Questa consapevolezza della forza dei fornitori spinge a esaminare attentamente la posizione nella catena del valore e ad adottare strategie di mitigazione del rischio per garantire una fornitura continua di risorse essenziali.

Minaccia di prodotti sostituiti

Come delineato nel terzo capitolo, la fluidità del panorama tecnologico offre un grado di sicurezza tale da classificare la minaccia come **BASSA**, ma è essenziale esaminare approfonditamente la questione dei prodotti sostituiti.

Una delle peculiarità di questo scenario è la limitata diffusione delle aziende che

attualmente sviluppano queste tecnologie innovative, circoscritte principalmente al contesto nazionale.

La missione fondamentale della start-up si articola intorno alla diffusione e all'implementazione di tecnologie avanzate, e poiché al momento non esistono alternative dirette in grado di sostituire le soluzioni in fase di sviluppo, la minaccia derivante da prodotti sostituiti viene naturalmente ridotta. L'obiettivo primario diventa dunque una promozione attiva dell'ampia adozione di queste tecnologie innovative, consapevoli del rischio principale che si cela nella possibilità che le aziende non abbraccino le nuove tecnologie proposte, mettendo a repentaglio il successo della start-up. In questo caso, i "prodotti sostituiti" si rifanno alle tecnologie tradizionali ancora in uso e pertanto il successo della start-up non si basa esclusivamente sulla qualità e sull'innovazione delle tecnologie proposte, ma anche sulla capacità di influenzare e persuadere le aziende a intraprendere il percorso dell'innovazione.

Rivalità tra concorrenti

La rivalità tra i concorrenti in questo contesto specifico di servizi per l'agricoltura si caratterizza attualmente per un'intensità **MEDIA**. Questa valutazione deriva principalmente dalla mancanza di aziende che operano direttamente in questo settore di servizi specifici per l'agricoltura, posizionando la start-up in una posizione di novità e unicità nel mercato.

Ad oggi, non esistono realtà che possano essere identificate come concorrenti dirette nel fornire servizi di implementazione di tecnologie per l'agricoltura. Le aziende rivali potrebbero emergere principalmente tra i fornitori di tecnologie stesse, nel caso decidessero di estendere la loro attività e fornire anche servizi di installazione. Allo stesso modo, potrebbero sorgere rivalità nel caso in cui le aziende specializzate nell'installazione di impianti agricoli decidano di esplorare e integrare le nuove tecnologie nel loro portafoglio di servizi.

L'assenza di un mercato consolidato di aziende che producono e installano queste tecnologie suggerisce una mancanza di integrazione verticale.

Attualmente, le aziende si specializzano nelle diverse tecnologie, spesso nate in contesti diversi e poi adattate per l'uso in agricoltura.

Le aziende più prossime a svolgere il ruolo di sviluppatori e installatori delle tecnologie sono quelle focalizzate sui "Software gestionali".

Tuttavia, anche in questo caso, si tratta più di un adattamento software alle tecnologie esistenti che di un'installazione fisica degli impianti.

Le poche aziende che attualmente realizzano impianti, come Romagna Impianti a Imola, possiedono un know-how specifico che può essere difficile da integrare con le competenze delle aziende che sviluppano le tecnologie.

Inoltre, molte aziende vitivinicole gestiscono internamente la realizzazione degli impianti, limitando l'opportunità di integrazione di nuove tecnologie.

Un approccio promettente per diffondere le tecnologie potrebbe essere la possibilità

che le aziende specializzate nella realizzazione di impianti acquisiscano competenze sull'installazione delle tecnologie sviluppate e le integrino nei progetti commissionati, mantenendo una separazione verticale con le aziende che sviluppano le tecnologie. Questa sinergia potrebbe aprire nuove opportunità per l'adozione diffusa di tecnologie innovative nel settore agricolo.

4.2 Introduzione al Business Model e sviluppo BMC

Un modello di business è il piano strategico che delinea come l'azienda intende trasformare le sue risorse in valore per i clienti e, di conseguenza, generare profitti sostenibili nel corso del tempo.

Il modello di business fornisce una struttura organizzata e dettagliata che identifica chiaramente i diversi aspetti dell'operatività aziendale e consente di visualizzare chiaramente come ogni componente interagisce con le altre, fornendo una panoramica completa della logica aziendale.

Il nucleo del modello di business ruota attorno al concetto di creare, fornire e catturare valore, infatti la start-up deve identificare in modo chiaro cosa offre ai suoi clienti (creare valore), come offre tale valore attraverso i suoi prodotti o servizi (fornire valore) e come traduce questo valore in ricavi sostenibili per l'azienda (catturare valore).

Il modello è progettato per garantire il successo finanziario a lungo termine, ciò significa che non si limita a cercare profitti a breve termine, ma piuttosto cerca di costruire un modello che mantenga l'azienda resiliente nel tempo, affrontando sfide, adattandosi a cambiamenti del mercato e capitalizzando sulle opportunità emergenti, diventando la guida principale per la strategia e l'operatività quotidiana della start-up perché serve come riferimento costante per prendere decisioni operative, sviluppare nuovi prodotti o servizi, definire strategie di marketing, e adattarsi alle dinamiche del mercato.

Le componenti principali sono nove, ognuna di queste componenti svolge un ruolo specifico nella creazione e nel conseguimento del valore aziendale:

- **Proposta di Valore:** La start-up identifica in modo chiaro e distintivo il valore che offre ai suoi clienti, ciò per cui i clienti dovrebbero scegliere i prodotti o servizi della start-up rispetto a quelli dei concorrenti.
- **Segmento di Clientela:** Definisce chi sono i clienti target della start-up, includendo nell'analisi specifiche caratteristiche demografiche, comportamentali o geografiche dei clienti.

- **Canali di Distribuzione:** Indica come la start-up raggiungerà e interagirà con i suoi clienti, ad esempio vendite online, partner di distribuzione, canali di marketing, ecc.
- **Relazioni con i Clienti:** Descrive il tipo di rapporto che la start-up intende instaurare con i clienti, come un modello di assistenza personalizzata, self-service o una combinazione di entrambi.
- **Risorse Chiave:** Identifica gli elementi critici necessari per far funzionare il modello di business, intese come risorse umane, finanziarie, tecnologiche o fisiche.
- **Attività Chiave:** Si riferiscono alle azioni fondamentali e critiche che un'azienda deve svolgere per implementare con successo il proprio modello di business e fornire valore ai clienti, queste attività contribuiscono direttamente alla realizzazione della proposta di valore.
- **Partnership Chiave:** Indica le collaborazioni o le partnership che la start-up ha o intende sviluppare per sostenere il proprio modello di business, come fornitori, distributori, partner strategici, ecc.
- **Struttura dei Costi:** Elenca tutti i costi associati alle operazioni della start-up, includendo costi fissi, variabili, iniziali e ricorrenti.
- **Flussi di Ricavi:** Spiega come la start-up guadagnerà denaro attraverso la sua proposta di valore, per esempio la vendita di prodotti, abbonamenti, pubblicità, ecc.

Di particolare rilevanza è uno strumento di visualizzazione del business model noto come Business Model (BMC) sviluppato da Alexander Osterwalder e Yves Pigneur che aiuta le imprese a progettare, descrivere e innovare il proprio modello di business in modo chiaro e conciso.

Nel Business Model Canvas, la rappresentazione grafica si riferisce alla visualizzazione visuale dei principali elementi del modello di business, si compone come una grande tavola divisa in nove blocchi, ognuno dei quali rappresenta un aspetto chiave del modello di business. I nove blocchi corrispondono alle componenti del BM viste precedentemente.

Nell'immagine sotto riportata, si propone un BMC di una start-up che potrebbe occuparsi della diffusione delle tecnologie, secondo lo schema riportato al 3.10, nel settore vitivinicolo; nel resto del paragrafo viene proposto il BM sviluppato per la start-up in questione.

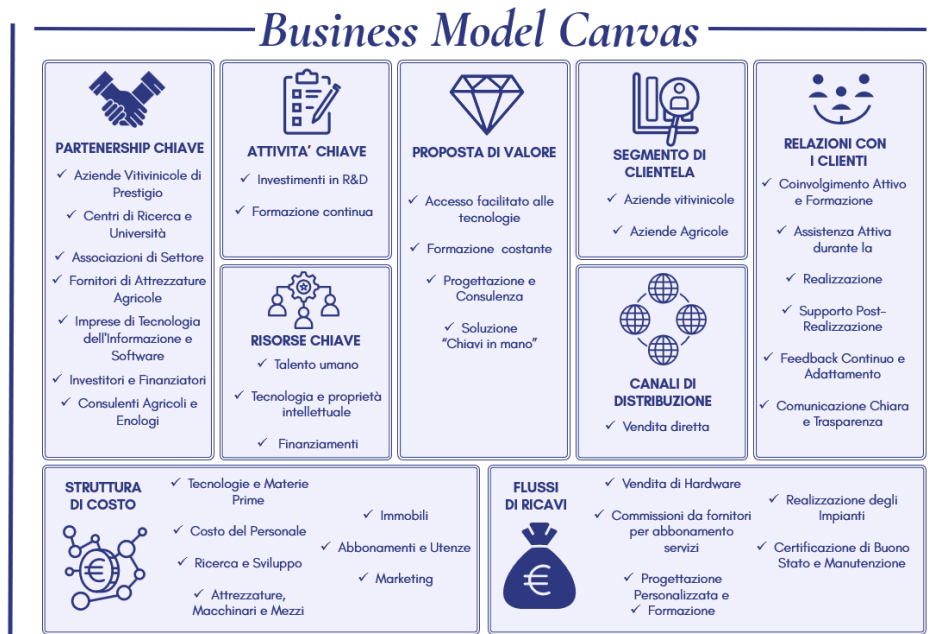


Figura 4.2: BMC sviluppato per la start-up in esame

4.3 Proposta di Valore

La proposta di valore si basa su 4 punti principali:

1. **Accesso facilitato alle tecnologie:**

Il nucleo centrale della proposta di valore risiede nell'accesso facilitato alle tecnologie, la start-up si porrebbe come un ponte tra le aziende clienti e l'ampio panorama delle innovazioni tecnologiche. L'obiettivo principale è fornire alle aziende la capacità di adottare le diverse tecnologie senza la necessità di rivolgersi direttamente ai singoli produttori, eliminando così le complessità legate alle problematiche tecniche e logistiche.

Inoltre le tecnologie descritte nei capitoli 2 e 3 presentano intrinsecamente una soluzione di valore per le aziende che le adottano. Riportando la *Figura 3.13* al 4.3

TECNOLOGIA EMERGENTE	TECNOLOGIA TRADIZIONALE
Irrigazione Mirata	Irrigazione comanda da Timer
Sensori meteo	Supervisione Umana
Modelli Di Difesa	Consulenza Professionisti
Droni Per Trattamenti	Mezzi Agricoli
Droni Per Imaging	Supervisione Umana
Telecamere Per Imaging	Supervisione Umana
Imaging Satellitare	Supervisione Umana
Pannelli Solari	Allaccio alla Rete Elettrica Nazionale
Microturbine Eoliche	Allaccio alla Rete Elettrica Nazionale
Software Gestionali	Supervisione Umana + Consulenza Professionisti
Ibridi Resistenti	Vite Tradizionale
Genome Editing	Vite Tradizionale
Sensori In Fibra Ottica	Consulenza Professionisti

Figura 4.3: Tecnologia emergente-tradizionale

Si noti che molte delle funzioni agricole sono ancora svolte tradizionalmente da manodopera umana e questo comporta alcune limitazioni in termini di efficienza, precisione e standardizzazione dei processi.

L'introduzione delle tecnologie agricole innovative potrebbe rivoluzionare questo panorama, portando significativi vantaggi sia in termini di performance che di standardizzazione dei processi che di sicurezza:

- *Efficienza Operativa e Precisione & Controllo:*

L'efficienza operativa nelle operazioni di coltivazione delle viti grazie alle tecnologie consiste nell'ottimizzare e migliorare le attività agricole attraverso l'uso di strumenti tecnologici avanzati con l'obiettivo di ridurre gli sprechi, ottimizzare l'uso delle risorse e migliorare complessivamente la produttività, permettendo ai coltivatori di prendere decisioni più informate sulla gestione delle risorse, l'applicazione di fertilizzanti e pesticidi,

ottimizzando così la produttività e riducendo gli sprechi.

- *Standardizzazione dei Processi:*

La standardizzazione dei processi nelle operazioni di coltura delle viti grazie alle tecnologie si riferisce all'applicazione di procedure uniformi e metodi ben definiti nel processo di coltivazione delle viti, utilizzando avanzamenti tecnologici specifici per questo settore agricolo con l'obiettivo di ridurre la variabilità nelle operazioni di coltura, migliorare la precisione e ottimizzare le risorse come acqua, fertilizzanti e pesticidi.

La standardizzazione dei processi in questo contesto può comprendere la definizione di protocolli, l'irrigazione, la gestione dei parassiti, la raccolta e così via e l'implementazione di tali standard può essere facilitata dall'adozione di tecnologie digitali che consentono un monitoraggio dettagliato delle condizioni delle viti, la registrazione di dati cruciali e l'automazione di alcune attività.

L'effetto complessivo della standardizzazione dei processi è quello di migliorare la consistenza nella produzione di uva, aumentare l'efficienza operativa e, potenzialmente, migliorare la qualità del prodotto finale, il vino. Inoltre, facilita la gestione e l'analisi dei dati agricoli, consentendo agli agricoltori di prendere decisioni più informate per ottimizzare le loro pratiche colturali.

- *Riduzione della Dipendenza dalla Manodopera e Miglioramento della Salute e Sicurezza:*

L'introduzione delle tecnologie agricole non solo riduce la dipendenza dalla manodopera umana, ma contribuisce anche a mitigare vari rischi per la salute dei lavoratori agricoli, tra cui il pericolo di ribaltamento dei mezzi agricoli e l'esposizione prolungata ai fitofarmaci.

2. **Formazione costante**

Uno degli elementi distintivi di valore che caratterizzerebbe la start-up sarebbe la sua potenziale enfasi sulla formazione, infatti non solo la società si impegnerebbe a garantire che il personale delle aziende clienti acquisisca competenze specializzate attraverso programmi di formazione avanzata, ma andrebbe oltre, offrendo un potenziale impegno costante nel processo di formazione.

In particolare, la start-up potrebbe investire considerevolmente nella creazione di un ambiente formativo che potrebbe andare al di là dell'acquisizione di conoscenze iniziali per l'utilizzo delle tecnologie ma il processo di formazione potrebbe essere progettato per mantenere gli imprenditori informati sulle ultime innovazioni, assicurando così che possano potenzialmente sfruttare appieno le potenzialità delle tecnologie implementate e adottare in modo proattivo soluzioni emergenti e potrebbero essere offerti programmi di formazione specifici per i clienti, garantendo che siano potenzialmente costantemente

all'avanguardia sulle ultime offerte nel mondo delle tecnologie per gli impianti di vigneti.

Estendendo la formazione non solo al personale delle aziende clienti ma anche agli imprenditori stessi, l'obiettivo principale è quello di posizionarsi come un potenziale partner a lungo termine dedicato a favorire la crescita tecnologica delle imprese. Questo approccio non solo potrebbe assicurare un utilizzo ottimale delle attuali soluzioni, ma potrebbe creare una mentalità orientata al futuro, permettendo a chi potrebbe scegliere la start-up di rimanere un passo avanti nel settore.

3. **Progettazione e Consulenza** La start-up si proporrebbe con la missione di creare impianti innovativi e personalizzati, finalizzati a massimizzare la resa, ottimizzare i costi e garantire la sostenibilità ambientale, proponendo soluzioni personalizzate a partire dalla progettazione ad hoc, attraverso l'utilizzo di approcci scientifici la start-up effettuerebbe dettagliatamente un'analisi approfondita dei fattori impattanti, tra cui clima, terreno e necessità aziendali, per garantire un progetto su misura.

La start-up fornirebbe stime preventive dettagliate per la realizzazione degli impianti, garantendo trasparenza e chiarezza sui costi associati. Oltre alle stime preventive, la start-up offrirebbe una valutazione chiara e accurata della potenziale riduzione dei costi a lungo termine derivante dall'implementazione delle sue tecnologie e si impegnerebbe a dimostrare come gli investimenti iniziali potrebbero tradursi in un significativo abbattimento dei costi operativi nel corso del tempo.

I benefici tangibili offerti dalla start-up includerebbero la potenziale massimizzazione della resa dei vigneti, garantendo una produzione di alta qualità e quantità, la possibile ottimizzazione dei costi operativi a lungo termine e un impegno per la sostenibilità ambientale.

4. **Soluzione “Chiavi in mano”:**

Con un approccio olistico, la start-up offrirebbe soluzioni complete, dalla consulenza iniziale all'installazione e alla manutenzione continuativa degli impianti.

La start-up potrebbe impegnarsi attivamente a sostenere le aziende nella ricerca e nell'accesso a finanziamenti pubblici e privati con un servizio dedicato a individuare bandi e opportunità di finanziamento, offrendo un possibile supporto affidabile per avviare i progetti delle aziende del settore viticolo.

La start-up potrebbe occuparsi dell'implementazione efficace delle soluzioni progettate attraverso una squadra di tecnici altamente qualificati, potrebbe garantire una transizione senza intoppi verso l'utilizzo ottimale delle nuove tecnologie e l'attenzione ai dettagli durante l'installazione potrebbe garantire prestazioni affidabili fin dall'inizio.

E infine la start-up sarebbe impegnata a garantire il funzionamento ottimale degli impianti nel tempo, offrendo servizi di manutenzione preventiva e correttiva e potrebbe occuparsi della certificazione di buono stato degli impianti e di superamento degli standard di sicurezza, fornendo alle aziende la tranquillità necessaria per concentrarsi sul loro core business.

4.4 Segmento di Clientela

L'analisi del segmento di clientela è un aspetto cruciale per una start-up, poiché consente di comprendere a fondo le esigenze e le preferenze dei clienti target, distinguendo tra analisi primaria e secondaria per ottenere una panoramica completa del mercato.

Analisi Primaria: L'analisi primaria si concentra sui clienti "naturali", ovvero coloro che rappresentano il pubblico ideale per la start-up, perché questi sono i clienti che, per natura, sono più propensi a collaborare con l'azienda o ad utilizzare i prodotti/servizi offerti. Durante l'analisi primaria, l'azienda può raccogliere informazioni dettagliate su questi clienti, come le loro esigenze, i loro comportamenti di acquisto, le preferenze e i feedback sulla offerta. L'obiettivo principale è comprendere a fondo il segmento di clientela primario per adattare la strategia aziendale in modo da soddisfare al meglio le loro esigenze.

Analisi Secondaria: L'analisi secondaria è orientata verso i clienti che non costituiscono il target principale della start-up, ma che potrebbero comunque avere punti di contatto con il prodotto o servizio offerto. Questi possono essere clienti che, sebbene non siano il pubblico principale, potrebbero beneficiare o essere influenzati dall'offerta. Durante questa fase, l'azienda può identificare i possibili segmenti di clientela secondari e valutare come potrebbe interagire con loro. L'obiettivo è comprendere come catturare eventuali opportunità derivanti da segmenti di clientela non primari e se ci sono adattamenti o approcci diversi che potrebbero essere efficaci.

4.4.1 Analisi primaria: Aziende vitivinicole

Si assuma come analisi primaria quella già affrontata al paragrafo 1.3.1.

Cliente Target:

Il cliente target ideale per la start-up è rappresentato da un'azienda vitivinicola di alto valore che manifesta una forte volontà di crescere tecnologicamente e che si distingue per la sua propensione alla sostenibilità, dimostrando un impegno concreto verso pratiche agricole e di produzione eco-sostenibili, ma che gode di una stabilità finanziaria che la posiziona come un partner solido e affidabile per affrontare le

sfide dell'innovazione tecnologica. La vision aziendale di questa azienda vitivinicola è caratterizzata da un orientamento lungimirante, che va oltre la semplice gestione quotidiana e si proietta verso il futuro del settore, cercando costantemente di anticipare le tendenze di mercato e di adottare approcci innovativi, questa azienda è aperta all'adozione di tecnologie avanzate che possano migliorare sia la qualità del processo produttivo che la sostenibilità ambientale.

Trend di Mercato:

I trend di mercato rappresentano le direzioni o le tendenze generali che influenzano il comportamento dei consumatori, le decisioni d'acquisto e le dinamiche competitive in un determinato settore e analizzarli è un aspetto cruciale per le aziende che intendono entrare o espandersi in un settore specifico perché permette di ottenere una comprensione approfondita di ciò che il pubblico cerca, consentendo loro di adattare i prodotti, i servizi e le strategie di marketing di conseguenza.

Un'azienda che riesce a identificare e capitalizzare su un trend emergente può posizionarsi in modo favorevole per sfruttare le nuove esigenze del mercato e raggiungere un vantaggio competitivo.

L'analisi preventiva consente alle aziende di prevedere potenziali rischi e sfide ed essere consapevoli di eventuali cambiamenti nel comportamento dei consumatori o nelle dinamiche competitive permette di adattarsi in modo proattivo e di evitare possibili problematiche.

Nel contesto attuale, l'industria vitivinicola è intrisa di dinamiche in continua evoluzione, guidate da una serie di tendenze di mercato che delineano il futuro del settore.

- *Sostenibilità:* La crescente consapevolezza ambientale sta spingendo i produttori e i consumatori verso pratiche agricole sostenibili e produzione di vino eco-friendly, ciò include la gestione responsabile dell'acqua, l'uso di energie rinnovabili e la riduzione delle emissioni di carbonio.
- *Tecnologia:* L'adozione di tecnologie avanzate sta rivoluzionando il settore, l'uso di sensori per il monitoraggio delle condizioni del suolo, l'automazione nelle fasi di coltivazione e raccolta e la vinificazione intelligente stanno contribuendo a migliorare la qualità del prodotto e a ottimizzare le operazioni.
- *Cambiamenti Climatici:* L'instabilità climatica rappresenta una sfida cruciale per il settore vitivinicolo con impatti che modificano sostanzialmente le temperature, le caratteristiche del terroir e la frequenza di eventi atmosferici estremi come trombe d'aria e gelate ma anche siccità prolungata.

Tutte queste modifiche influiscono sulla maturazione e gradazione zuccherina dell'uva e necessita che vengano adottate modifiche nelle pratiche agricole. L'industria deve affrontare il cambiamento necessariamente adattandosi tecnologicamente e

attuando pratiche ambientalmente sostenibili, cercando dunque di limare il più possibile la variabilità delle rese annuali.

4.4.2 Analisi secondaria: Aziende agricole

Secondo l'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), nel corso dell'anno 2020, l'Italia vantava un cospicuo numero di aziende agricole, quantificate precisamente in 1.133.023, così distribuite:

COLTIVAZIONI	Aziende agricole				
	Numero		Composizioni % (1)		Variazioni %
	2020	2010	2020	2010	2020/2010
Seminativi	721.618	828.390	63,7	51,3	-12,9
<i>Cereali per la produzione di granella</i>	325.313	473.257	28,7	29,3	-31,3
Coltivazioni legnose agrarie	800.596	1.192.081	70,7	73,8	-32,8
<i>Vite</i>	255.520	388.881	22,6	24,1	-34,3
<i>Olivo</i>	619.378	902.075	54,7	55,8	-31,3
<i>Agrumi</i>	49.087	79.589	4,3	4,9	-38,3
<i>Fruttiferi</i>	154.104	236.240	13,6	14,6	-34,8
Orti familiari	161.278	387.237	14,2	24,0	-58,4
Prati permanenti e pascoli	284.786	274.486	25,1	17,0	3,8
Arboricoltura da legno	20.073	26.772	1,8	1,7	-25,0
Boschi	268.532	328.358	23,7	20,3	-18,2
Superficie agricola non utilizzata	191.625	302.599	16,9	18,7	-36,7
Altra superficie	433.192	942.751	38,2	58,3	-54,1
Superficie agricola utilizzata (SAU)	1.120.524	1.615.590*	98,9	100,0	-30,6
Superficie totale (SAT)	1.133.023	1.616.046**	100,0	100,0	-29,9

Figura 4.4: Censimento ISTAT 2021 aziende agricole

Una riflessione più approfondita, basata sia sui dati presentati, ha rivelato un elemento di particolare rilevanza: 284.786 aziende agricole sono dedite all'allevamento animale, 268.532 a boschi e da superficie non utilizzata. Pertanto, nell'ottica di ottenere un quadro più accurato, è essenziale depurare il numero totale delle aziende agricole sia da quelle appena indicate sia da quelle specificamente legate al settore vitivinicolo. In seguito a questa ulteriore analisi, emerge che il numero complessivo di aziende agricole in Italia si attesta a circa 636 mila. Tale approccio depurativo, che tiene conto delle sfumature delle diverse attività agricole, offre una visione più nitida e accurata del panorama agricolo nel paese.

Cliente Target:

Nel contesto delle soluzioni tecnologiche esplorate all'interno della tesi, emerge chiaramente che le tecnologie originariamente pensate per il settore vitivinicolo possono trovare applicazione significativa anche in altri settori agricoli, in particolare, i settori di maggiore applicabilità includono le colture di fruttiferi, l'olivicoltura, e la produzione di ortaggi e fiori. Tuttavia, è fondamentale sottolineare che l'adattamento di tali soluzioni alle diverse caratteristiche delle colture e alle differenti strutture di costo delle aziende è essenziale per garantirne un'applicazione efficace e sostenibile. Le colture di fruttiferi, che comprendono frutta come mele, pere, ciliegie, ecc., possono beneficiare delle tecnologie sviluppate nel settore vitivinicolo per migliorare la gestione del vigneto e ottimizzare le risorse. Nell'olivicoltura, le tecnologie originariamente concepite per la viticoltura potrebbero essere adattate per ottimizzare la coltivazione degli ulivi, migliorare la qualità dell'olio d'oliva e semplificare le operazioni agricole. Le coltivazioni di ortaggi e fiori, che spesso si caratterizzano per dimensioni di terreno più ridotte rispetto a quelle della viticoltura, possono trarre vantaggio da soluzioni tecnologiche mirate alla gestione precisa delle risorse, all'automazione delle attività colturali e all'analisi dei dati.

4.5 Canali di Distribuzione

La start-up, nell'ottica di una potenziale distribuzione efficace, potrebbe optare per il coordinamento di attività su due fronti distinti, ossia la vendita e la comunicazione.

Riguardo ai canali di vendita, si potrebbe ritenere che l'approccio più adatto sarebbe la vendita diretta e questa scelta è motivata dalla necessità di guidare l'intero processo, dal concepimento e la progettazione delle tecnologie fino alla loro fisica realizzazione e installazione, dunque la vendita diretta potrebbe consentire non solo un controllo dettagliato su ogni fase, ma anche una personalizzazione precisa delle soluzioni offerte, adattandole alle specifiche richieste dei clienti. Per quanto concerne i canali di comunicazione, oltre agli strumenti tradizionali come il sito web e la presenza sui social media consolidati, quali Facebook e Instagram, la start-up potrebbe adottare una visione più ampia raggiungendo il pubblico attraverso canali più contemporanei e in linea con le tendenze digitali emergenti. In questo contesto, l'inclusione di piattaforme in ascesa come TikTok e Threads, poiché queste piattaforme potrebbero offrire opportunità di coinvolgimento e visibilità, specialmente considerando le dinamiche di consumo di un pubblico più giovane e orientato al digitale.

Parallelamente, la strategia di comunicazione potrebbe arricchirsi attraverso l'organizzazione di webinar tematici, fornendo un'opportunità di approfondimento e interazione diretta con potenziali clienti. Inoltre, l'offerta di corsi gratuiti, sia

online che in sede, potrebbe rivelare un impegno forte nel fornire valore aggiunto agli imprenditori interessati alle tecnologie proposte dalla start-up.

Questa combinazione di canali di vendita e comunicazione potrebbe consentire di raggiungere una vasta gamma di pubblici, fornendo soluzioni tecnologiche personalizzate e sottolineando l'impegno della start-up nella creazione di relazioni significative con i propri clienti.

4.6 Relazioni con i Clienti

Nel contesto di una gestione completa della relazione con il cliente, l'approccio dovrebbe essere incentrato sulla costruzione di una partnership a lungo termine che andrebbe al di là della semplice transazione commerciale, infatti bisognerebbe adottare un approccio totalizzante alla gestione della relazione con il cliente mirerebbe a creare un legame autentico e duraturo e sarebbe concepito per andare oltre la semplice fornitura di un prodotto o servizio, impegnandosi attivamente nel supporto, nell'adattamento e nell'evoluzione insieme al cliente nel corso del tempo:

1. Coinvolgimento Attivo e Formazione:

Il cliente non sarebbe solo un destinatario di servizi, ma sarebbe attivamente coinvolto fin dall'inizio con la formazione del cliente, consentendogli di comprendere appieno le caratteristiche del prodotto o servizio offerto.

Questo processo educativo creerebbe una base solida per una collaborazione consapevole.

2. Assistenza Attiva durante la Realizzazione:

Durante la fase di realizzazione, la relazione con il cliente sarebbe caratterizzata da un sostegno attivo, ciò significa non solo fornire il prodotto o il servizio, ma anche offrire assistenza continua, gestendo domande, preoccupazioni o eventuali problemi che potrebbero emergere durante il processo.

Questa prontezza a rispondere alle esigenze del cliente contribuirebbe a consolidare la fiducia reciproca.

3. Supporto Post-Realizzazione:

L'impegno nei confronti del cliente non si esaurirebbe con la realizzazione del servizio ma un'assistenza post-realizzazione sarebbe fondamentale per mantenere una relazione duratura, ad esempio tramite servizi di manutenzione, aggiornamenti, risoluzione di problemi e risposte alle nuove esigenze che potrebbero emergere nel tempo.

4. Feedback Continuo e Adattamento:

La relazione con il cliente dovrebbe essere intesa come un ciclo continuo di feedback, ascoltare le opinioni del cliente, comprendendo le sue esigenze in

evoluzione e adattando le strategie di servizio in base a tali informazioni si avrebbero elementi chiave per mantenere la relazione rilevante e adattabile alle mutevoli esigenze del cliente nel corso del tempo.

5. **Comunicazione Chiara e Trasparenza:**

La comunicazione chiara sarebbe essenziale per costruire e mantenere una relazione solida, la trasparenza riguardo ai processi, ai tempi e agli eventuali problemi sarebbe fondamentale per instaurare una fiducia reciproca.

4.7 Risorse Chiave

Le risorse chiave per una startup sono gli elementi fondamentali di cui l'azienda ha bisogno per avviare, gestire e far crescere il proprio business.

Queste risorse possono variare a seconda del settore, del modello di business e degli obiettivi specifici dell'azienda, ma possono comunque essere raggruppati in 3 macroaree:

1. **Talento umano:**

Le persone sono una delle risorse più critiche per una startup. Le risorse umane identificate per procedere alla messa in atto della strategia operativa sono:

- *n. 13 ingegneri*¹ per ottemperare alle esigenze gestionali organizzative e tecniche delle soluzioni tecnologiche.
- *n. 50 operatori agricoli* per la poter portare avanti circa 10 cantieri in parallelo considerando squadre da 5 risorse.
- *n. 5 operatori specializzati* in tecnologie per poter installare le tecnologie e poter offrire anche il servizio di manutenzione.
- *n. 3 personale amministrativo* per poter gestire e organizzare le attività interne (es. HR)

2. **Tecnologia e proprietà intellettuale:**

La start-up andrebbe a commercializzare le tecnologie viste al 3.7 secondo lo schema di diffusione annuale. Per l'anno 2025 le tecnologie da commercializzare (e utilizzate per stima di costi e strategia di pricing) sono:

- *Irrigazione mirata*
- *Sensori atmosferici*

¹Si ipotizzi un team composto da: 5 ing. gestionali, 2 ing. elettronici, 1 ing. sicurezza, 2 ing. ambientali, 1 ing. civile e 2 ing. energetici

- *Modelli di difesa*
- *Imaging satellitare*
- *Software gestionali*

3. Finanziamenti:

I capitali necessari sono stiamabili come segue:

- *Acquisto di tecnologie e materie Prime: 2.760.000,00 €*
- *Costo del Personale: 2.274.000,00 €*
- *Acquisto di attrezzature, macchinari e mezzi: 3.000.000 €*
- *Affitto immobili: 200.000 €*
- *Abbonamenti e Utenze: 1.455.000,00 €*

per un totale di 9.689.000,00 € di cui 6.689.000,00 € per sostenere i costi operativi mentre 3.000.000,00 € come investimenti in macchinari.

Dunque le fonti di finanziamento potrebbero essere le seguenti:

- *Equity : 3.344.500,00 € (50% dei costi operativi)*
- *Debito : 3.344.500,00 € (50% dei costi operativi)²*
- *Leasing operativo : 3.000.000 € (100% costo macchinari e attrezzature)*

4.8 Attività Chiave

La start-up, identificando le attività chiave per il proprio successo, dovrebbe attribuire una priorità strategica e significativi investimenti a due fondamentali pilastri:

1. Investimenti in Ricerca e Sviluppo:

Sarebbe essenziale destinare una parte sostanziale delle risorse alla Ricerca e Sviluppo mirando a ottimizzare le attuali tecnologie, migliorandone le performance, e a promuovere l'innovazione attraverso la creazione di nuove soluzioni in collaborazione con i fornitori.

²Per "Debito" si ipotizzi un finanziamento bancario con piano di ammortamento alla francese di 120 rate mensili a un tasso d'interesse del 3%.

2. Formazione Continua:

L'implementazione di programmi di formazione continua rappresenterebbe una seconda componente fondamentale. Questi programmi non solo manterrebbero elevati standard di competenza all'interno del team, ma anche potrebbe prevenire il rischio di obsolescenza e di isolamento nel settore, permettendo alla start-up di essere un attivo partecipante nella definizione delle future direzioni tecnologiche.

3. Certificazione di Buono Stato e Manutenzione:

L'offerta di servizi di certificazione di buono stato e manutenzione rappresenterebbe un'ulteriore fonte di legame con il cliente a lungo termine perché la start-up potrebbe istituire un modello di manutenzione periodica e la certificazione dello stato dell'impianto. Questo approccio non solo garantirebbe la sicurezza e l'efficienza degli impianti nel tempo ma stabilirebbe anche una connessione continua con i clienti, contribuendo a garantire la sostenibilità a lungo termine delle operazioni.

4.9 Partnership Chiave

I key partner rappresentano soggetti strategici che contribuiscono al successo e alla crescita della società e possono assumere diverse forme, offrendo competenze e risorse complementari:

1. Aziende Vitivinicole di Prestigio

Collaborare con aziende vitivinicole di alta reputazione e qualità può fornire alla start-up un accesso diretto al settore, consentendo di testare e implementare le proprie soluzioni in contesti reali.

2. Centri di Ricerca e Università

Partnering con istituti di ricerca e università specializzate in agricoltura e tecnologie vitivinicole può facilitare lo sviluppo e la validazione scientifica delle soluzioni proposte dalla start-up.

3. Associazioni di Settore

Collaborare con associazioni vinicole e organizzazioni del settore può favorire l'adozione delle tecnologie attraverso la condivisione di conoscenze, eventi di networking e l'accesso a risorse specifiche del settore.

4. Fornitori di Attrezzature Agricole

Stabilire partenariati con fornitori di attrezzature agricole può garantire all'azienda accesso a dispositivi e tecnologie agricole avanzate che possono integrarsi con le soluzioni tecnologiche proposte.

5. Imprese di Tecnologia dell'Informazione e Software

Collaborare con aziende specializzate in sviluppo software e tecnologia dell'informazione è fondamentale per la creazione di piattaforme tecnologiche avanzate e applicazioni specifiche per il settore vitivinicolo.

6. Investitori e Finanziatori

Partnering con investitori e finanziatori fornisce alla start-up le risorse finanziarie necessarie per la ricerca, lo sviluppo e la commercializzazione delle soluzioni tecnologiche.

7. Consulenti Agricoli e Enologi

Collaborare con consulenti agricoli ed enologi esperti può contribuire alla validazione delle soluzioni proposte e fornire una consulenza pratica per adattare la tecnologia alle esigenze specifiche delle aziende vinicole.

4.10 Flussi di Ricavi

La start-up avrebbe a disposizione un diversificato portfolio di fonti di reddito, contribuendo così a stabilizzare e consolidare la sua posizione nel mercato.

4.10.1 Strategia iniziale di pricing

Una strategia di pricing adottabile dalla start-up si fonda su una stima della "*willingness to pay*" (WTP) dei clienti, attraverso ricerche di mercato e valutazioni sui costi delle tecnologie tradizionali viste è stata determinata pari a 5.640,00 € annuali per ettaro, in conformità con tale valutazione, è stato concepito un modello di pricing che si articola attorno a un pacchetto in abbonamento mensile, il cui ammontare coincide con la frazione mensile della WTP annuale stimata.

Questa modalità è stata sviluppata con l'obiettivo di offrire ai clienti una soluzione finanziariamente accessibile, consentendo loro di beneficiare delle avanzate tecnologie della start-up senza incorrere in spese iniziali proibitive. L'intento di semplificare ulteriormente il processo di adozione delle soluzioni, offrendo ai clienti una soluzione chiavi in mano con vantaggi finanziari e tecnici.

Il pacchetto in abbonamento includerebbe l'accesso alle tecnologie di punta proposte dalla start-up tramite un servizio di leasing per gli hardware necessari e comprenderebbe anche le utenze dei software per accedere ai dati e ai servizi digitali.

Dalle stime effettuate dai costi delle tecnologie proposte secondo lo schema di diffusione, la quota mensile pari a 470,00 € permetterebbe l'applicazione di un mark-up del 20% sul costo totale del pacchetto in abbonamento. Tale mark-up è stato calibrato per riflettere il valore aggiunto offerto dalle soluzioni e dai servizi della start-up, garantendo nel contempo la sostenibilità finanziaria dell'azienda e la

possibilità di reinvestire in continua innovazione tecnologica.

È necessaria la seguente precisazione, la stima di abbonamento è stimata per un ettaro di vigneto, in caso di più ettari la stima verrebbe maggiorata solo per la quota parte relativa agli hardware aggiuntivi poiché le utenze rimarrebbero invariate.

La strategia sui nuovi impianti è quella di mantenere invariato il prezzo di un impianto tradizionale pari al valore stimato di 40.000,00 € per ettaro, e procedere con l'attivazione dell'abbonamento già descritto per l'adozione delle tecnologie.

4.10.2 Analisi TAM, SAM, SOM

L'analisi approfondita del mercato è necessaria per definire con chiarezza il suo potenziale e per sviluppare una strategia di pricing solida. Il modello di analisi proposto si basa su concetti chiave della TAM (Total Addressable Market), SAM (Serviceable Addressable Market) e SOM (Serviceable Obtainable Market).

- **TAM:** rappresenta la dimensione totale del mercato, definisce il massimo fatturato che potrebbe essere generato se la start-up riuscisse a soddisfare al 100% la domanda del mercato. Nel contesto vitivinicolo, questo include l'intero mercato vinicolo italiano, coinvolgendo tutte le aziende e i consumatori che potrebbero beneficiare del prodotto o servizio proposto dalla start-up.
- **SAM:** invece, identifica la porzione del TAM che la start-up può ragionevolmente servire. In questo contesto, potrebbe abbracciare il segmento di aziende vitivinicole e consumatori interessati all'adozione delle tecnologie proposte dalla start-up.
- **SOM:** rappresenta la quota di mercato che la start-up mira ad acquisire nel breve termine, considerando fattori chiave come la concorrenza, le risorse disponibili e le capacità operative. Questo è un passo pragmatico, identificando obiettivi iniziali realistici in un contesto di mercato dinamico.

Per quanto riguarda il modello di pricing, l'analisi iniziale si basa sui prezzi di mercato delle tecnologie esistenti, questo aiuta a posizionare la start-up in modo competitivo e a fornire un'indicazione iniziale dei margini di profitto potenziali.

Tuttavia, è fondamentale riconoscere che il margine di errore in questa fase è alto, poiché le dinamiche del mercato e la percezione del valore da parte dei clienti possono evolvere velocemente in poco tempo.

Infine, nel considerare il mercato italiano, è vitale esaminare le dinamiche regionali e locali specifiche del settore vitivinicolo, infatti la diversità nelle esigenze e nelle preferenze dei clienti in varie regioni contribuirà a plasmare una strategia di penetrazione del mercato più mirata e adatta alle sfumature del contesto italiano.

L'analisi di dimensionamento del mercato viene eseguito parallelamente sia sulle nuove superfici da vitare, quindi come nuovi impianti, sia sulle superfici già vitate

in cui possono essere implementate le tecnologie.

Come stima della TAM sono state considerate tutte le aziende italiane vitivinicole che come visto sono 255 mila mentre come superficie già vitata 635.000 ettari, la nuova superficie vitabile annua è pari all'1% della superficie nazionale vitata dunque pari all'6.350 ettari.

Per la stima della SAM si è utilizzato il modello di Rogers e Moore prendendo come riferimento le aziende classificate come innovatori, primi adottanti e maggioranza precoce, pari dunque al 50% dei clienti totali escludendo maggioranza tardiva e ritardatari. Si riducono a 127.500 i potenziali clienti con superficie vitata di 317.500 ettari e nuova superficie vitabile annua pari a 3.175 ettari.

La SOM ha subito un ulteriore restringimento della sua quota di potenziali clienti, considerando solo le aziende vitivinicole situate nella regione Sicilia. Questa scelta è motivata dal fatto che la start-up sarebbe originaria proprio da questa regione, la quale è significativa nel contesto nazionale, essendo la terza per numero di aziende vitivinicole.

Va sottolineato che comunque la stima non preclude la possibilità di espandersi in futuro ad altre regioni limitrofe, riconoscendo però che attualmente, gli spostamenti verso il resto d'Italia possono presentare sfide logistiche più complesse rispetto agli spostamenti tra le altre regioni della penisola. Malgrado ciò, sembra plausibile che, in base alla previsione della SOM, la start-up possa crescere e stabilirsi saldamente, soprattutto nel territorio di origine, che costituisce una solida base di partenza. Per la stima si è tenuto conto del censimento ISTAT del 2021 secondo il quale, nel 2020 erano attive 30 mila aziende in Sicilia, considerando ancora valido questo dato e applicando la percentuale del 16% pari alla stima di innovatori e primi adottanti del modello di R&M, si ottengono circa 4800 aziende.

Analogamente ai clienti si stima la superficie vitata e vitabile, la superficie vitata siciliana è pari a circa 100.000 ettari quindi la nuova superficie vitabile è pari a 1.000 ettari, bisogna applicare un fattore di correzione della percentuale per tener conto dell'estensione territoriale delle aziende vinicole, infatti anche se le aziende considerate rappresentano il 16% del totale e queste sono le più grandi in termini di estensione territoriale, calcolando a campione il rapporto dell'estensione territoriale di un'azienda considerata tra i potenziali clienti in un'area rispetto all'intera estensione territoriale si ottiene un rapporto di circa 30/100. Applicando quanto descritto si ottiene una superficie vitata pari a 30.000 ettari e vitabile pari a 300 ettari.

Nell'immagine sottostante è riportato un grafico sintetico del dimensionamento del mercato tenendo conto della strategia di pricing e all'analisi TAM, SAM, SOM sviluppata.

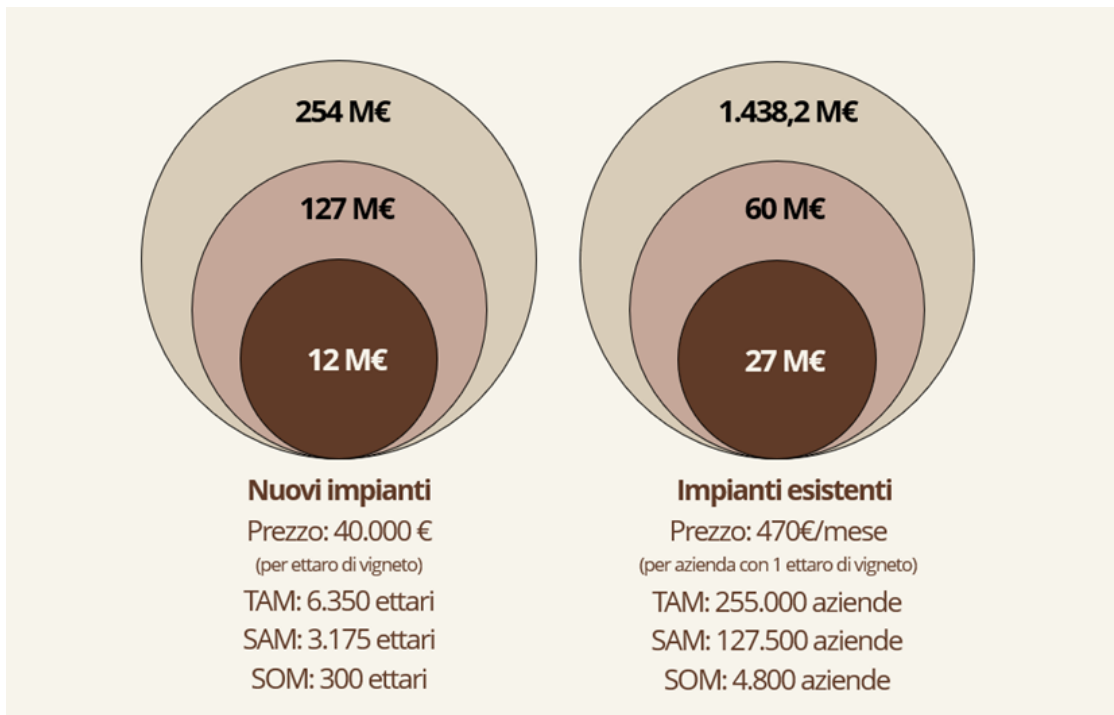


Figura 4.5: Dimensionamento del mercato

4.11 Struttura dei Costi

La struttura dei costi della start-up è articolata per riflettere con precisione le diverse componenti necessarie al suo funzionamento efficace e alla realizzazione dei suoi obiettivi.

1. Tecnologie e Materie Prime:

L'acquisizione delle tecnologie chiave, insieme alla gestione delle materie prime fondamentali per la costruzione degli impianti, rappresenta una delle colonne portanti della struttura di costo. La start-up, consapevole della necessità di garantire un flusso costante di tali risorse, potrebbe intraprendere la stipula di contratti di fornitura a lungo termine.

2. Costo del Personale:

La suddivisione della forza lavoro tra operai agricoli, dedicati alla gestione degli impianti fisici, e personale qualificato, tra cui ingegneri e agronomi, riflette la complessità delle operazioni della start-up. L'investimento ponderato nella formazione del personale qualificato emerge come un elemento chiave per garantire competenze specializzate e innovative.

3. Ricerca e Sviluppo:

L'allocazione di risorse significative alla Ricerca e Sviluppo sottolinea con forza l'importanza attribuita all'innovazione continua. Gli investimenti in questa area risultano cruciali perché la R&D si configura come il propulsore strategico per generare nuove idee e implementare miglioramenti tecnologici che distinguono la start-up nel panorama aziendale.

4. Leasing: Attrezzature, Macchinari e Mezzi:

Questa voce, consistente in una parte sostanziale degli investimenti iniziali, occupa una posizione centrale nell'ecosistema operativo. L'acquisizione di attrezzature all'avanguardia, macchinari efficienti e mezzi specializzati costituisce un prerequisito fondamentale per la realizzazione ottimale degli impianti anche perché la qualità e l'efficienza delle operazioni dipendono direttamente dalla scelta oculata di tali risorse. Come visto al ?? si ipotizzi un leasing operativo per l'acquisizione dei macchinari.

5. Immobili:

L'affitto o l'acquisto di immobili per accogliere attrezzature, macchinari e mezzi è un costo necessario e imprescindibile per la società. La scelta tra affitto e acquisto può derivare da una valutazione attenta della strategia finanziaria a lungo termine, tenendo conto delle esigenze specifiche e della flessibilità operativa richiesta dalla start-up.

6. Abbonamenti e Utenze:

Gli abbonamenti a programmi dedicati alla progettazione e le utenze si collocano nell'ambito tecnologico e operativo delle attività. La scelta oculata di programmi efficienti e l'ottimizzazione delle risorse energetiche emergono come leve essenziali per ridurre i costi operativi complessivi, migliorando simultaneamente l'efficienza delle operazioni quotidiane.

7. Marketing:

L'investimento ponderato nel marketing emerge come un pilastro fondamentale per accrescere la notorietà della start-up e promuovere le sue soluzioni in un mercato competitivo. La selezione accurata di canali di distribuzione efficaci richiede un'analisi approfondita del mercato di riferimento e una strategia di comunicazione.

8. Oneri finanziari:

Gli oneri finanziari rappresentano i costi sostenuti per finanziare le sue operazioni attraverso il debito. Questi includono interessi sui prestiti, commissioni bancarie e altre spese correlate al finanziamento (es. quello ipotizzato al 4.7)

4.12 Previsioni economiche per il primo anno

In conclusione, questo paragrafo delinea il contesto, gli obiettivi e la struttura della presente tesi. Nel seguito, si analizzerà nel dettaglio le previsioni economiche della start-up dopo il primo anno di attività sintetizzando tutto quello descritto all'interno del business model. Si ipotizza, per semplicità, l'inizio attività al 1/01/2025 e si consideri la previsione di Conto Economico al 31/12/2025.

PREVISIONE DI CONTO ECONOMICO 2025	Euro	%
Ricavi		
Prodotti	12.000.000,00 €	69%
Servizi	5.414.400,00 €	31%
<i>Totale ricavi</i>	17.414.400,00 €	
Costo del Venduto		
Materiali	2.760.000,00 €	37%
Manodopera diretta	2.274.000,00 €	31%
Servizi	1.605.000,00 €	21,58%
Leasing operativo	600.000,00 €	
Affitti	200.000,00 €	2,69%
<i>Totale costo del venduto</i>	7.439.000,00 €	
Margine lordo	9.975.400,00 €	57,28%
Spese Operative		
Ricerca e Sviluppo	870.720,00 €	47,46%
Spese Extra	100.000,00 €	5,45%
Amministrative	864.000,00 €	47,09%
<i>Totale spese operative</i>	1.834.720,00 €	
EBITDA	8.140.680,00 €	46,75%
Ammortamenti e Svalutazioni	- €	
EBIT	8.140.680,00 €	46,75%
Oneri finanziari	96.352,88	
EBT	8.044.327,12 €	46,19%
IRES	1.930.638,51 €	
IRAP	389.040,60 €	
<i>Totale tasse</i>	2.319.679,11 €	
Utile di esercizio	5.724.648,01 €	32,87%

Figura 4.6: Previsione di Conto Economico 2025

Si riportano di seguito i principali indicatori di redditività:

- **ROA (*Return on Assets*):** Misura la redditività dell'azienda rispetto ai suoi asset totali. È calcolato dividendo l'utile netto per l'attivo totale. Indica quanto profitto l'azienda genera utilizzando le sue risorse.

$$\text{ROA}_{\text{stimato}} = 28\%$$

Un ROA superiore al 5-10% può essere considerato solido, ma questo può variare notevolmente in base all'industria e alla fase di sviluppo dell'azienda.

- **ROE (*Return on Equity*):** Indica la redditività per gli azionisti, misurando il rendimento generato sull'investimento degli azionisti nell'azienda. Si calcola dividendo l'utile netto per il patrimonio netto.

$$\text{ROE}_{\text{stimato}} = 71\%$$

Un ROE superiore al 15-20% è generalmente considerato buono, ma questo può variare anche in base all'industria e ad altri fattori.

- **ROI (*Return on Investment*):** Questo indicatore misura il ritorno sull'investimento, fornendo una valutazione del rendimento generato da un investimento in rapporto al suo costo. È calcolato dividendo l'utile netto dell'investimento per il costo dell'investimento e moltiplicando per 100.

$$\text{ROI}_{\text{stimato}} = 59\%$$

Il ROI dovrebbe essere superiore al tasso di interesse di un investimento alternativo. Un ROI positivo indica che l'investimento ha generato profitto.

- **ROS (*Return on Sales*):** Misura la redditività dell'azienda in relazione alle sue entrate. È calcolato dividendo l'utile netto per il fatturato totale e moltiplicando per 100. Indica la percentuale di profitto generata da ogni unità di vendita.

$$\text{ROS}_{\text{stimato}} = 33\%$$

Un ROS superiore al 10-15% può essere considerato buono, ma anche qui i benchmark variano considerevolmente tra settori e dimensioni aziendali.

- **Leva D/E (*Debt-to-Equity Ratio*):** Questo indicatore misura la proporzione di debito utilizzata da un'azienda per finanziare le sue attività rispetto al patrimonio netto. Una leva finanziaria elevata indica un maggior utilizzo del debito, il che può aumentare il rischio finanziario e l'opportunità di

generare rendimenti più elevati, ma può anche comportare un aumento del rischio complessivo per l'azienda. È calcolato dividendo il debito totale per il patrimonio netto.

$$D/E_{\text{stimato}}=1$$

Un valore inferiore a 1 indica che l'azienda utilizza più patrimonio netto rispetto al debito, il che può essere considerato meno rischioso. Tuttavia, i valori accettabili della leva finanziaria dipendono dalla situazione specifica dell'azienda e dall'industria in cui opera.

Bibliografia

- [1] Ufficio Studi Mediobanca. *Indagine sul settore viticolo*. 2013 (cit. a p. 6).
- [2] Ufficio Studi Mediobanca. *Il settore vitivinicolo in Italia (Sintesi)-Slide 3*. 2023 (cit. a p. 6).
- [3] Margaret Schabas. «Adam Smith's debts to nature». In: *History of Political Economy* 35.5 (2003), pp. 262–281 (cit. a p. 6).
- [4] Maurizio Boselli, G Tempesta, M Fiorilo et al. «L'architettura del vigneto. L'arcano conservatore della storia del territorio.» In: (2011) (cit. a p. 7).
- [5] *Wine Surf*. URL: <https://www.winesurf.com> (cit. a p. 8).
- [6] *WordPress*. URL: <https://www.wordpress.com> (cit. a p. 9).
- [7] *Vivai Enotria*. URL: <https://www.vivaioenotria.com> (cit. a p. 11).
- [8] *Terre del Barolo*. URL: <https://www.terredelbarolo.com> (cit. a p. 11).
- [9] *ICEX* (cit. a p. 13).
- [10] *Meter Group*. Pagine dedicate dei prodotti Teros12; Teros21; Data Logger ZL6. URL: <https://www.metergroup.com> (cit. alle pp. 27–32, 72).
- [11] Wolfgang König. *Sir William Siemens: 1823-1883*. CH Beck, 2020 (cit. a p. 33).
- [12] Jindong Sun, John N Nishio e Thomas C Vogelmann. «Green light drives CO₂ fixation deep within leaves». In: *Plant and Cell Physiology* 39.10 (1998), pp. 1020–1026 (cit. a p. 34).
- [13] Ichiro Terashima, Takashi Fujita, Takeshi Inoue, Wah Soon Chow e Riichi Oguchi. «Green light drives leaf photosynthesis more efficiently than red light in strong white light: revisiting the enigmatic question of why leaves are green». In: *Plant and cell physiology* 50.4 (2009), pp. 684–697 (cit. a p. 34).
- [14] VV Ptushenko, OV Avercheva, EM Bassarskaya, Yu A Berkovich, AN Erokhin, SO Smolyanina e TV Zhigalova. «Possible reasons of a decline in growth of Chinese cabbage under a combined narrowband red and blue light in comparison with illumination by high-pressure sodium lamp». In: *Scientia Horticulturae* 194 (2015), pp. 267–277 (cit. a p. 34).

- [15] *How Horticulture Lighting Works*. URL: <https://www.shine.lighting/threads/how-horticulture-lighting-works.25/> (cit. a p. 35).
- [16] Bill Schweber. *How to most effectively use photodiodes and phototransistors*. URL: <https://www.digikey.it/it/articles/how-to-use-photodiodes-and-phototransistors-most-effectively> (cit. a p. 35).
- [17] *Anometro a coppette per la misurazione della velocità del vento*. URL: https://www.pce-instruments.com/italiano/strumento-di-misura/misuratore/anometro-pce-instruments-anometro-pce-a420-det_132279.htm (cit. a p. 35).
- [18] *iFarming*. URL: <https://ifarming.srl> (cit. alle pp. 36, 37, 51–55, 73).
- [19] *Agricolus*. URL: <https://www.agricolus.com/> (cit. alle pp. 38, 72).
- [20] *Nimbus*. URL: <https://dronesnimbus.com/> (cit. alle pp. 39–41, 43, 73).
- [21] *Tecnologia LiDAR: che cosa è? come funziona?* URL: <https://consystem.it/faq/tecnologia-lidar-che-cosa-e-come-funziona/> (cit. alle pp. 41, 42).
- [22] Nathalie Pettorelli. *The normalized difference vegetation index*. Oxford University Press, USA, 2013 (cit. a p. 42).
- [23] *Iperspettrale multispettrale*. URL: <https://www.microgeo.it> (cit. alle pp. 44, 45).
- [24] *Landsat-9 ecco come il satellite NASA monitorerà i paesaggi della terra*. URL: <https://www.tomshw.it> (cit. alle pp. 45, 46).
- [25] Darius Phiri, Matamy Simwanda, Serajis Salekin, Vincent R Nyirenda, Yuji Murayama e Manjula Ranagalage. «Sentinel-2 data for land cover/use mapping: A review». In: *Remote Sensing* 12.14 (2020), p. 2291 (cit. a p. 46).
- [26] *Accesso ai dati satellitari di Copernicus*. URL: <https://www.copernicus.eu/it> (cit. alle pp. 46, 47).
- [27] “*Sky Walker*” advances phenotyping in Southern Africa. URL: <https://www.flickr.com/photos/cimmyt/8722829297/> (cit. a p. 47).
- [28] *Fotovoltaico*. URL: <https://www.energyeasy.it/fotovoltaico/> (cit. a p. 49).
- [29] *Eolico verticale domestico generatore turbina generatore minieolico microeolico vantaggi asse svantaggi durata autoconsumo vendita cessione in rete energia kw kwh*. URL: <http://www.consulente-energia.com> (cit. a p. 50).
- [30] *Nel 2020 la prima vendemmia del glera resistente*. URL: <https://confagricolturaveneto.it> (cit. a p. 55).

- [31] Amedeo Alpi, Riccardo Cotarella, Luigi Moio, Michele Pasca-Raymondo, Riccardo Ricci-Curbastro, Attilio Scienza, Paolo Storchi, Riccardo Velasco e Rosanna Zari. «Documento: Vitigni resistenti». In: () (cit. a p. 55).
- [32] Paolo Sabbatini, Howell G Stanley, Jose Carlos Herrera et al. «Ibridi di Vitis: storia, status e futuro». In: *Italus Hortus* 20.2 (2013), pp. 33–43 (cit. a p. 55).
- [33] *Glera resistente*. URL: <https://www.vivairauscedo.com> (cit. alle pp. 55, 56).
- [34] Melody Redman, Andrew King, Caroline Watson e David King. «What is CRISPR/Cas9?» In: *Archives of Disease in Childhood-Education and Practice* 101.4 (2016), pp. 213–215 (cit. a p. 57).
- [35] *Crispr/Cas9*. URL: <https://www.aati-us.com/instruments/fragment-analyzer/presentations/?title=2017%20-%20Automating%20CRISPR%20Genome%20Editing> (cit. a p. 57).
- [36] Thomas Gaj, Charles A Gersbach e Carlos F Barbas. «ZFN, TALEN, and CRISPR/Cas-based methods for genome engineering». In: *Trends in biotechnology* 31.7 (2013), pp. 397–405 (cit. a p. 58).
- [37] *TALEN | Transcription activator like effector nuclease | Gene editing tool | Target specific*. Minuto 0:13. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=XMzcLmra3Aw> (cit. a p. 58).
- [38] *Zinc Finger Nuclease | ZFN | Gene editing tool | Target specific | Simplest concept*. Minuto 0:13. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=NFR6zGEzAp8> (cit. alle pp. 58, 59).
- [39] Gregory A Newby e David R Liu. «In vivo somatic cell base editing and prime editing». In: *Molecular Therapy* 29.11 (2021), pp. 3107–3124 (cit. a p. 59).
- [40] *Prime Editing: The Future of Gene-Editing Technology*. URL: <https://medium.com/@aritra.acharjee/prime-editing-the-future-of-gene-editing-technology-23f40bb1f060> (cit. a p. 59).
- [41] Trine I Jensen et al. «Targeted regulation of transcription in primary cells using CRISPRa and CRISPRi». In: *Genome research* 31.11 (2021), pp. 2120–2130 (cit. a p. 60).
- [42] *Mechanisms of CRISPR, CRISPRa, and CRISPRi*. URL: https://www.researchgate.net/figure/Mechanisms-of-CRISPR-CRISPRa-and-CRISPRi-a-classic-CRISPR-mechanism-comprising-a_fig4_365114685 (cit. a p. 60).
- [43] Matteo Marchiodi. «Embriogenesi somatica da espianti floreali di portainnesti di vite.» In: () (cit. a p. 60).

- [44] Giorgio Sponza. «Studio di Mutazioni Geniche e Variazioni Copy-Number implicate nel deficit combinato degli Ormoni Ipofisari (CPHD)». In: (2010) (cit. a p. 61).
- [45] Govind P Agrawal. *Fiber-optic communication systems*. John Wiley & Sons, 2012 (cit. a p. 62).
- [46] *Cablaggio fibra ottica: l'avanguardia della trasmissione dati*. URL: <https://aegelettro.it/news/cablaggio-fibra-ottica-lavanguardia-della-trasmissione-dati/> (cit. a p. 62).
- [47] *Agricoltura di precisione e sensori in fibra ottica un salto di qualità*. URL: <https://www.rinnovabili.it/agrifood/agricoltura-di-precisione-e-sensori-in-fibra-ottica-un-salto-di-qualita/> (cit. a p. 62).
- [48] *Agricoltura: da ENEA e Università Campus Bio-Medico di Roma sensori hi-tech per monitorare la crescita delle piante*. URL: <https://www.media.enea.it/comunicati-e-news/archivio-anni/anno-2023/agricoltura-da-enea-e-universita-campus-bio-medico-di-roma-sensori-hi-tech-per-monitorare-la-crescita-delle-piante.html> (cit. alle pp. 63, 64, 78).
- [49] Stefano Razzetti. «Modello lineare dell'innovazione riguardo le costruzioni modulari analizzando una realtà torinese: Leap Factory srl= Linear model of innovation regarding modular constructions by analyzing a Turin company: Leap Factory srl». Tesi di dott. Politecnico di Torino, 2023 (cit. a p. 66).
- [50] *Horta*. URL: <https://www.horta-srl.it/> (cit. a p. 74).
- [51] *Romagna Impianti*. URL: <https://www.romagnaimpianti.net/> (cit. a p. 74).
- [52] *MannaTech*. URL: <https://mannatech.com/> (cit. a p. 74).
- [53] *Bayer*. URL: <https://www.cropscience.bayer.it/> (cit. a p. 75).
- [54] *Syngenta*. URL: <https://www.syngenta.it/> (cit. a p. 76).
- [55] *Crea*. URL: <https://www.crea.gov.it/> (cit. alle pp. 77, 78).
- [56] *Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste*. URL: <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/8> (cit. a p. 79).
- [57] Thomas del Marmol. *Analisi PESTLE: Comprendere e pianificare l'ambiente aziendale*. 50Minutos. es, 2023 (cit. a p. 81).
- [58] Ministero dell'agricoltura della sovranità alimentare e delle foreste. *Investimento 2.2 - Parco Agrisolare*. URL: <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/17914> (cit. a p. 82).
- [59] Joseph L Bower e Clayton M Christensen. «Disruptive technologies: catching the wave». In: (1995) (cit. a p. 107).

- [60] Francesca Montagna. *Christensen Effect*. Materiale del corso di GISP per l'anno accademico 2022/2023. 2023 (cit. a p. 109).
- [61] Michele Treglia. *Insurance Innovation. La legge di Rogers*. 2017. URL: <https://it.linkedin.com/pulse/insurance-innovation-la-legge-di-rogers-michele-treglia> (cit. a p. 131).
- [62] Francesco Gavello. *Curva di adozione*. URL: <https://francescogavello.it/curva-di-adozione> (cit. a p. 140).
- [63] William J Abernathy, James M Utterback et al. «Patterns of industrial innovation». In: *Technology review* 80.7 (1978), pp. 40–47 (cit. a p. 142).
- [64] Francesca Montagna e Marco Cantamessa. «Unpacking the innovation toolbox for design research and practice». In: *Design Science* 5 (gen. 2019). DOI: 10.1017/dsj.2019.3 (cit. a p. 143).