



IRPET Istituto Regionale
Programmazione
Economica
della Toscana

Conferenza regionale dell'agricoltura e dello sviluppo rurale 2026 *Ciclo di webinar preparatori*

**Digitalizzazione dell'agricoltura in Toscana: primi risultati dello
studio sugli interventi per l'agricoltura di precisione
Sara Turchetti**



IRPET Istituto Regionale
Programmazione
Economica
della Toscana

23 aprile 2026

Motivazioni del contributo

Abbandono

1982-2020:

- -340.000 ha SAU (-34%)
- -100.000 aziende

Invecchiamento

- Under-40: 8,5%
- Over-60: 50%
- Rapporto 5:1

Scarso ricambio generazionale

- 2.660 imprese <40 anni (6,8%)
- -5% nel periodo 2018-2023
- Probabile rallentamento...

Struttura produttiva e sostenibilità economica

- Micro e piccole imprese (oltre la metà <5 ha)
- Elevata specializzazione in coltivazioni legnose agrarie di qualità
- Elevata eterogeneità e polarizzazione



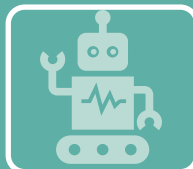
La digitalizzazione può sostenere l'upgrading del settore agricolo regionale e contribuire agli obiettivi di sostenibilità?

Cosa s'intende per digitalizzazione in agricoltura (1)

La digitalizzazione in agricoltura è una forma di innovazione che combina diverse soluzioni dell'ICT con l'obiettivo di:



Raccogliere, utilizzare e analizzare dati per aumentare le capacità «diagnostiche» dell'agricoltore e supportarne le scelte (*Decision Support Systems*: Klerkx et al., 2019)

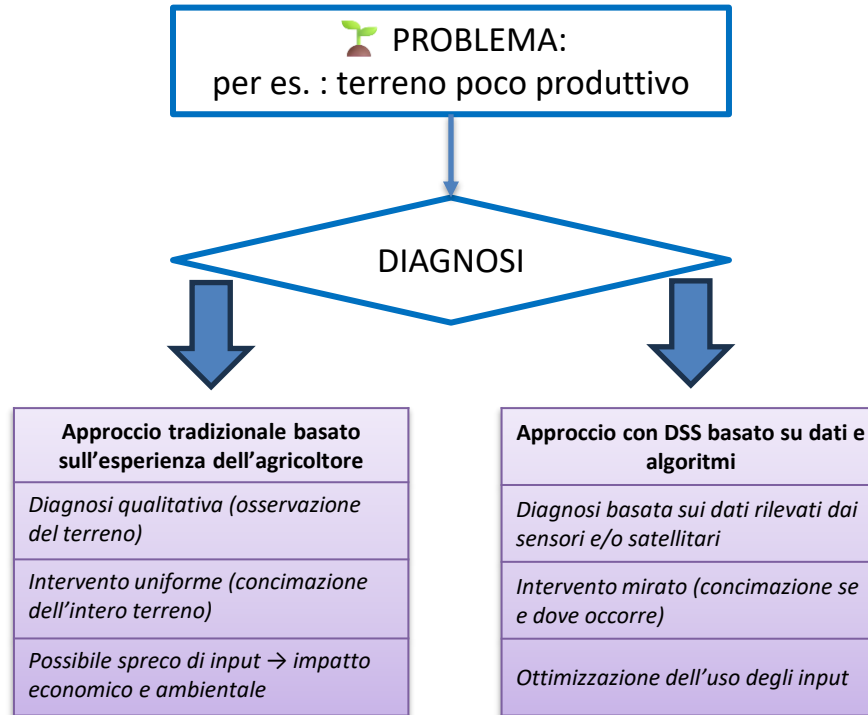


Ottimizzare e automatizzare le fasi del processo produttivo (FAO, 2022)



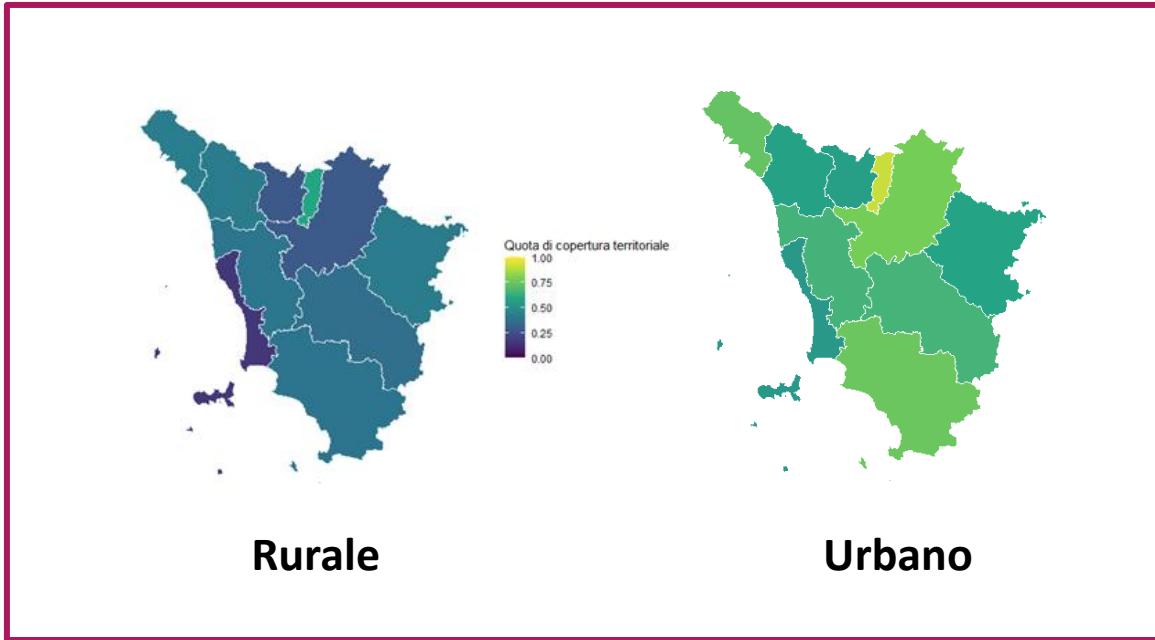
Consentire l'accesso alle piattaforme digitali, mutando profondamente i modelli di business nel sistema agroalimentare (Schroeder et al., 2021)

Cosa s'intende per digitalizzazione in agricoltura (2)



Digital divide urbano-rurale

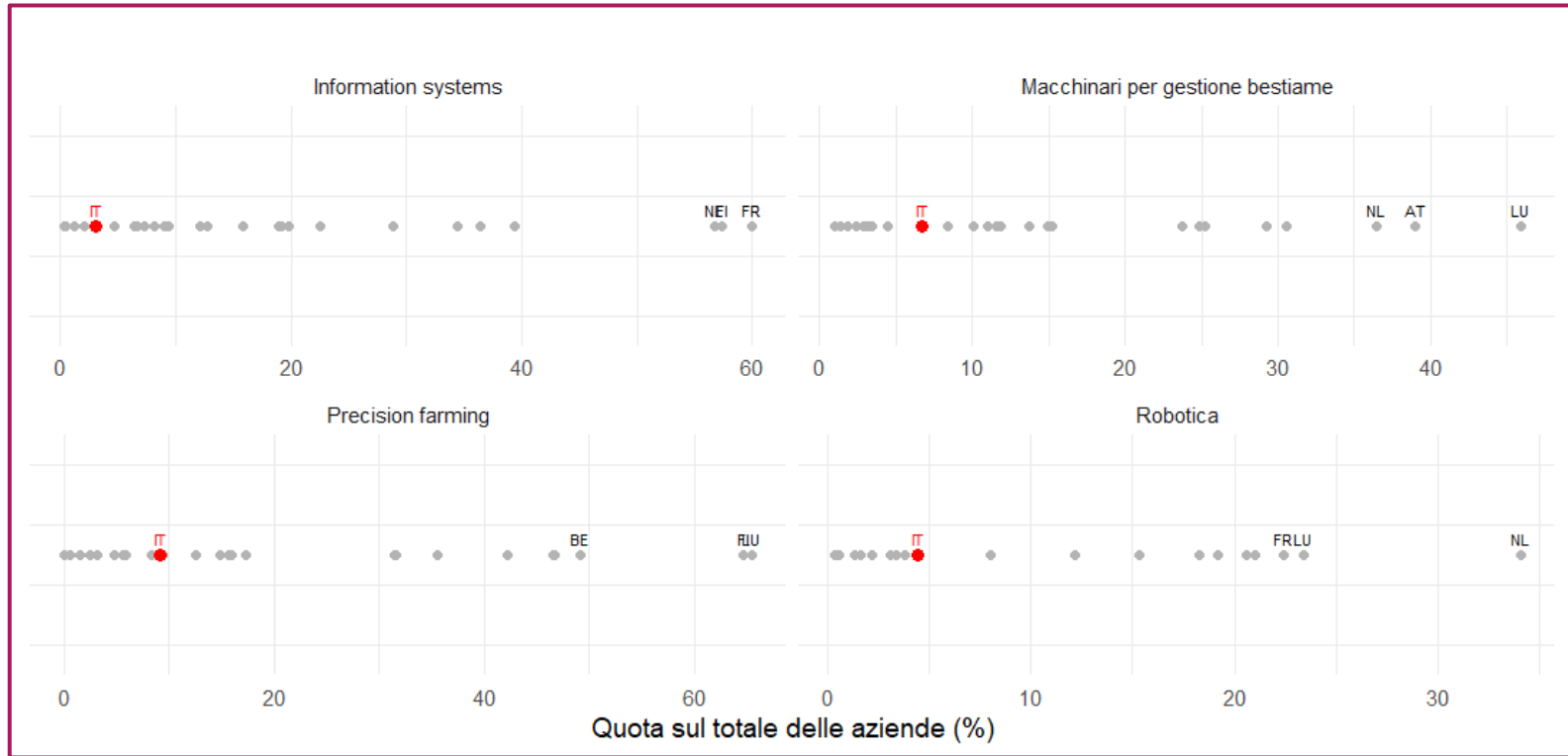
Very high-capacity network (VHCN) infrastructure



- Poco più di un quarto delle aziende agricole ha accesso a una rete a terra ad alta velocità (dati Eurostat)
- Possibili cambiamenti dalla evoluzione del mobile (rete 5G)...

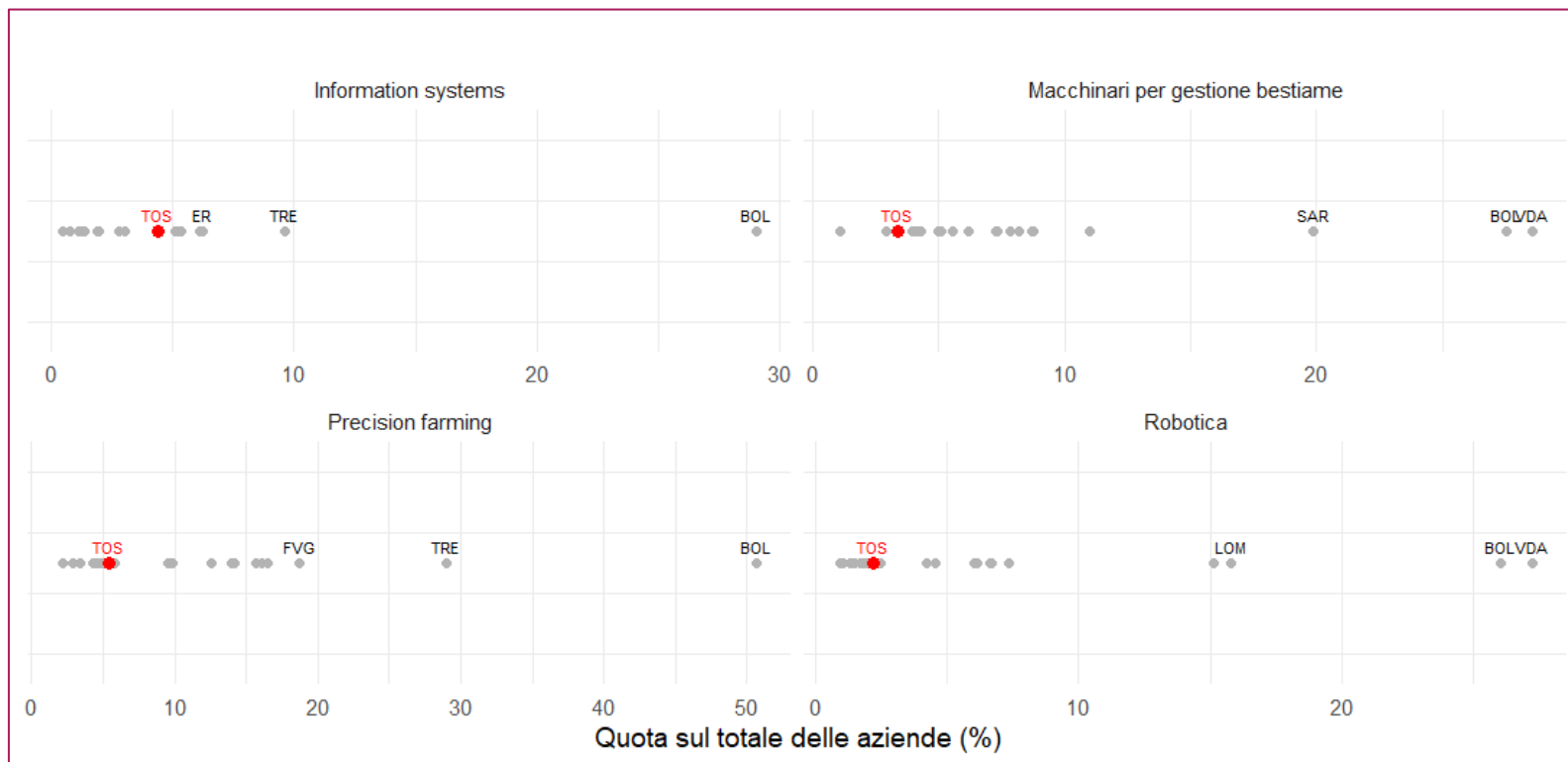
Fonte: CE, KPI-DESI

Posizionamento Italia



Fonte: Elaborazioni proprie su dati Eurostat

Posizionamento Toscana



Fonte: Elaborazioni proprie su dati Eurostat

Perchè? / benefici



Barriere all'adozione

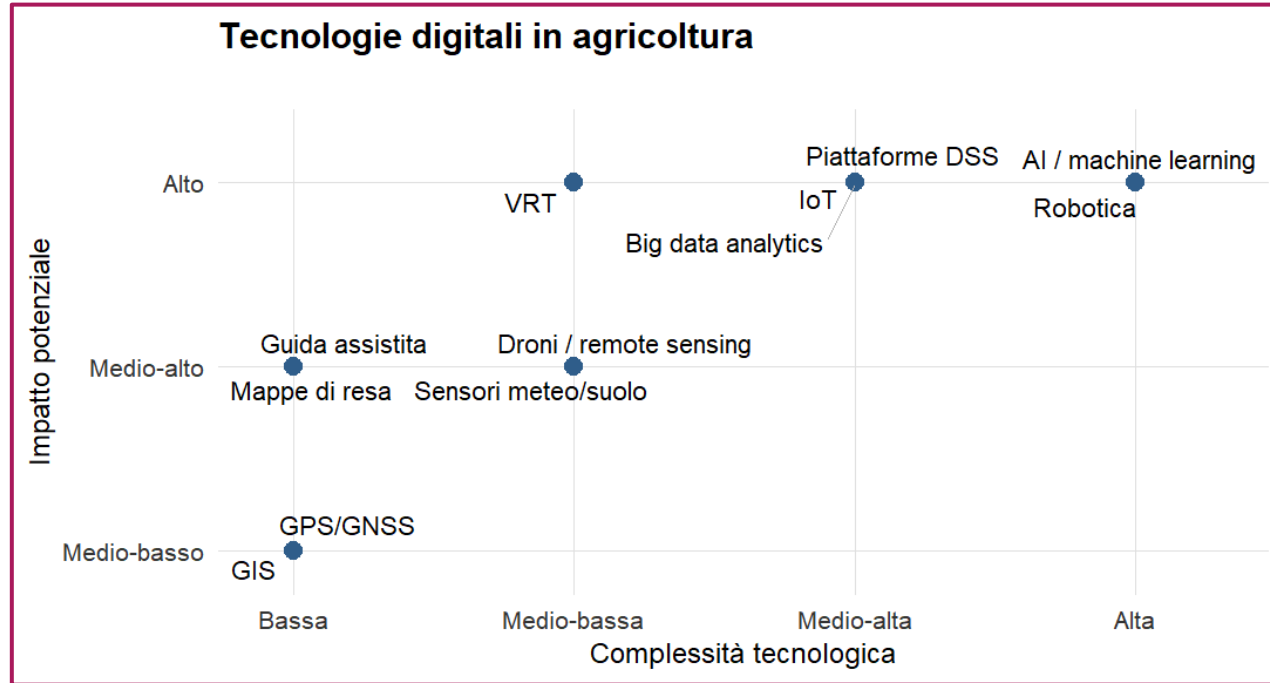
I precedenti processi di innovazione (meccanizzazione e Rivoluzione Verde) hanno mostrato la disfunzionalità di un approccio *one-fits-all* e la necessità di creare le condizioni istituzionali per l'*upgrading* → **ECOSISTEMA DIGITALE**

- Consistenti investimenti in capitale fisico → sforzo di sostegno economico pubblico in una prospettiva di ritiro della PAC
- Adattamento a routine completamente nuove (Brunori, 2022; Rolandi et al., 2021) → acquisizione nuove competenze interne o esterne
- Effetti sul lavoro incerti → sostituzione (robotica) oppure creazione di nuovi (migliori o forse no) posti di lavoro (Rotz et al., 2019)?

- Limiti all'effettiva usabilità dei dati (Brunori, 2022; Carolan, 2018; 2017): i) Diritti di proprietà intellettuale legati all'uso del software; ii) Interoperabilità dei sistemi
- Necessità di collaborazioni per adattare le tecnologie alle specificità locali

Rafforzamento delle connessioni intersistemiche

Trade-off/ rischi polarizzazione (1)



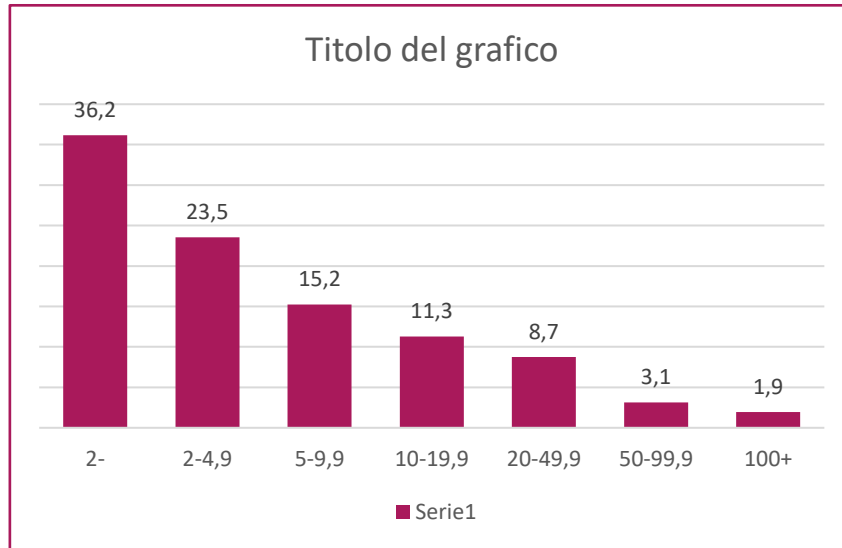
Nonostante l'approccio conservativo, le conseguenze sul modello di business e sulle routine di lavoro possono essere **TRASFORMATIVE** in funzione di:

- Caratteristiche di impresa
- Caratteristiche delle tecnologie adottate

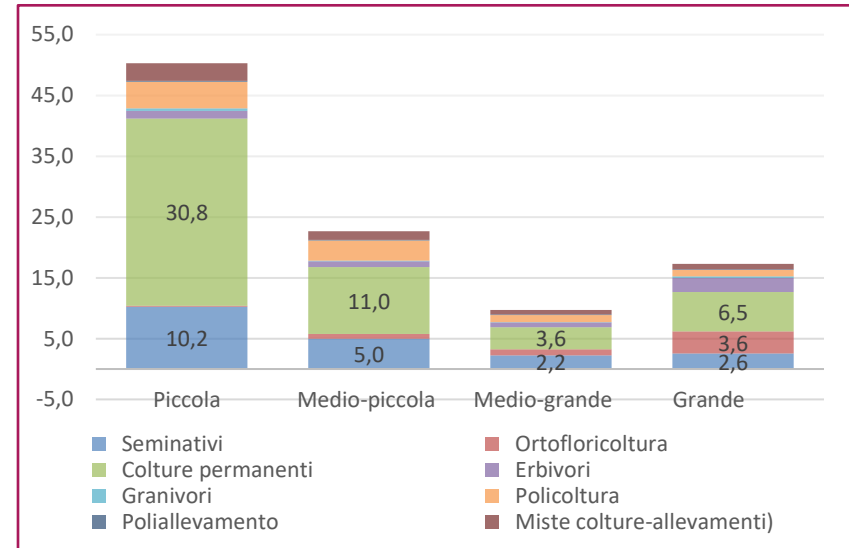
Elaborazioni proprie su letteratura relativa a digital agriculture

Trade-off/ rischi polarizzazione (2)

Distribuzione per classi di SAU



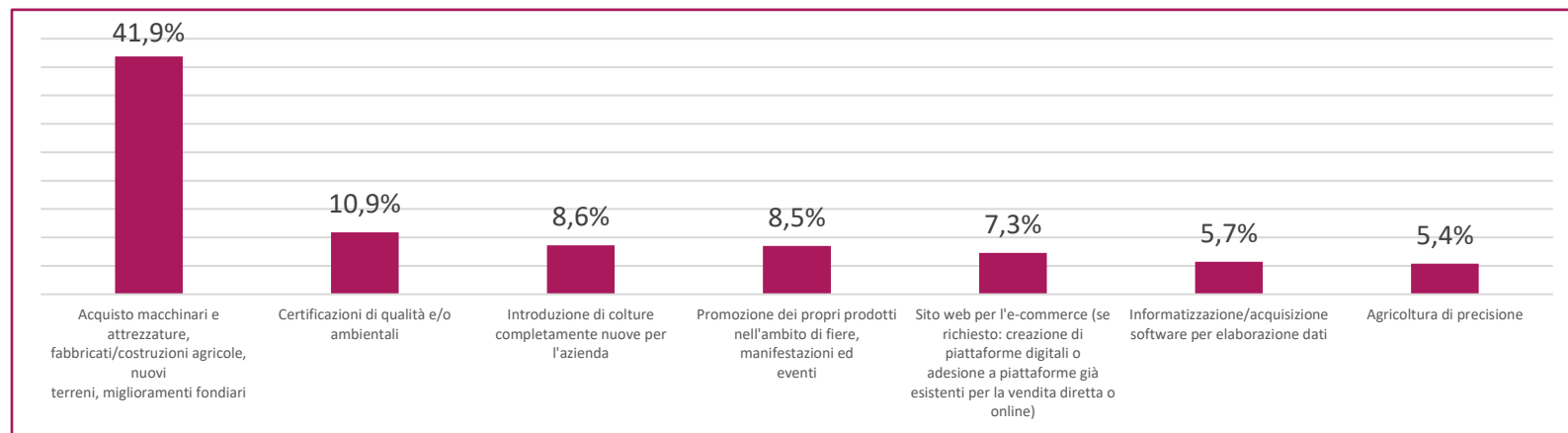
Distribuzione per classi di SO e OTE



Elaborazioni proprie su dati Censimento 2020

Investimenti in digitalizzazione

Negli ultimi 3 anni ha effettuato i seguenti investimenti?

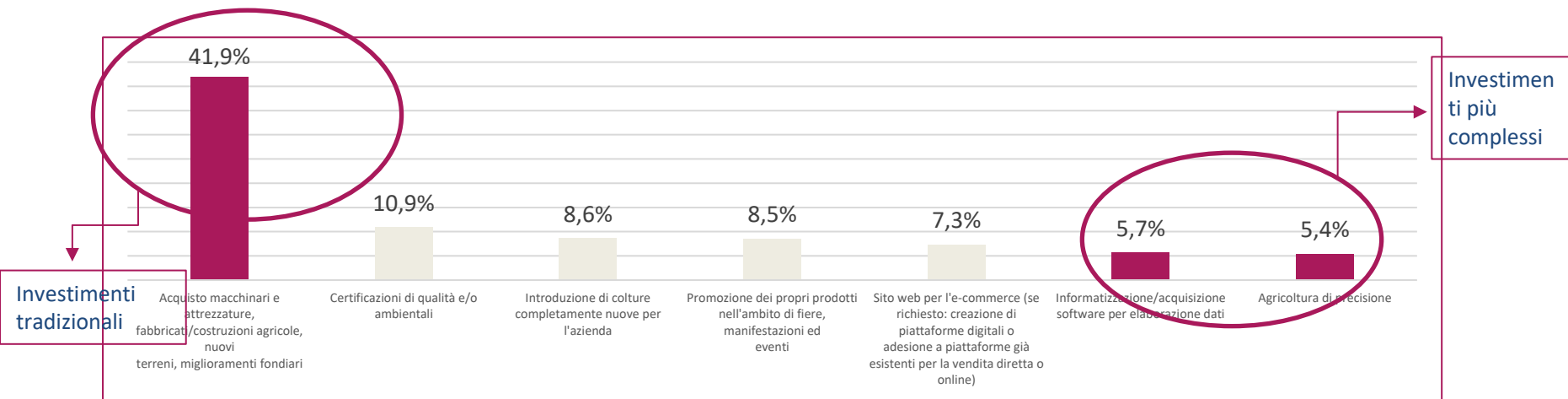


La metà delle aziende almeno un investimento

Studio IRPET basato su indagine a 1300 imprese agricole (2023)

Investimenti in digitalizzazione

Negli ultimi 3 anni ha effettuato i seguenti investimenti?



La metà delle aziende almeno un investimento

Studio IRPET basato su indagine a 1300 imprese agricole (2023)

Il modello

Utilizzando un *modello logit ordinato*, si stima la probabilità che l'impresa realizzi un investimento con diversi livelli di complessità. Assumendo l'esistenza di una propensione latente influenzata da specifici *drivers*:

$$y_j^* = \beta_1 x_{\{1j\}} + \beta_2 x_{\{2j\}} + \dots + \beta_k x_{\{kj\}} + u_j$$

Dato il coefficiente delle covariate x_{ij} e che la variabile osservata y_j dipende da determinate soglie (*cutpoints*):

$$y = \begin{cases} 0: \text{nessun investimento } (y_j^* < k_1) \\ 1: \text{investimento tradizionale } (k_1 \leq y_j^* < k_2) \\ 2: \text{investimento complesso } (y_j^* \geq k_2) \end{cases}$$

Il modello stima i coefficienti β e le soglie (*cutpoints*) k_1 e k_2 che separano i diversi livelli di complessità:

Studio IRPET basato su indagine a 1300 imprese agricole (2023)

Risultati

DRIVERS CHE AUMENTANO LA PROPENSIONE A EFFETTUARE INVESTIMENTI COMPLESSI

- ✓ Dimensione di impresa: grandi avvantaggiate rispetto a tutte le altre (nessuna differenza significativa tra medie e piccole)
 - ✓ Essere *market-oriented*, domandare lavoro e diversificare
 - ✓ Continuità familiare solida
 - ✓ Essere agricoltori giovani e istruiti
-
- x Differenze non significative tra settori, tranne parzialmente vitivinicoltura (10%)
 - x Nessuna differenza di genere

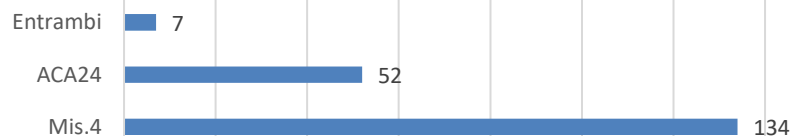
Studio IRPET basato su indagine a 1300 imprese agricole (2023)

Policy mix regionale

Misura 4.1.1: Investimenti

Fino al 90% dei costi ammissibili

	Titolo sottomisura/tipo di operazione	Finalità principale	Esempi di operazioni/interventi
4.1	Sostegno a investimenti nelle aziende agricole	Migliorare redditività e competitività delle aziende	Acquisto macchinari, trattori, mietitrebbie, sistemi di agricoltura di precisione, recinzioni, sistemi di allerta e videosorveglianza
4.1.1	Investimenti per la redditività e competitività	Ammodernamento e innovazione tecnologica	Attrezzature innovative, sistemi di guida satellitare, droni, sensori



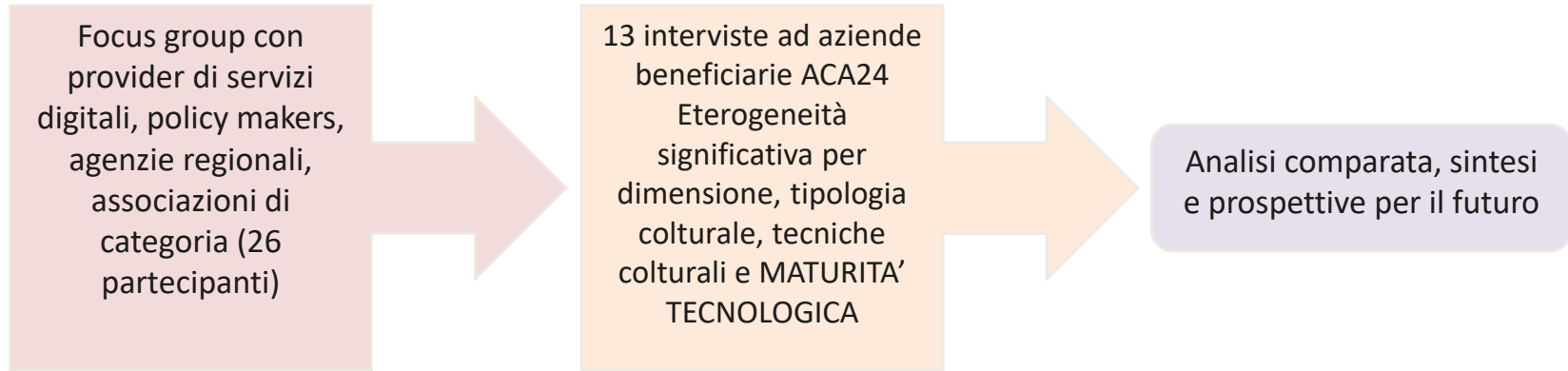
ACA24: Piattaforme

Premio a superficie, impegno quinquennale

Azione	Requisiti di impegno	Obiettivi	Strumenti richiesti
Difesa fitosanitaria di precisione	- Utilizzo di sistemi di supporto decisionale (DSS) basati su dati meteo e sensori - Registrazione e tracciabilità degli interventi - Applicazione dei trattamenti solo quando necessari	- Ridurre l'uso di prodotti fitosanitari - Limitare l'impatto ambientale - Migliorare la salute delle colture	- Centraline meteo - Sensori di campo - Software DSS - Sistemi di mappatura
Irrigazione di precisione	- Monitoraggio dell'umidità del suolo e dei parametri climatici - Pianificazione irrigua basata su dati oggettivi - Documentazione delle pratiche adottate	- Ottimizzare l'uso dell'acqua - Ridurre sprechi idrici - Aumentare resilienza ai cambiamenti climatici	- Sensori di umidità - Centraline di controllo - Mappe di vigore - Sistemi di irrigazione a rateo variabile
Fertilizzazione di precisione	- Distribuzione mirata dei fertilizzanti - Analisi periodiche del suolo e delle piante - Registrazione dei quantitativi distribuiti	- Ridurre l'apporto di nutrienti in eccesso - Limitare inquinamento da nitrati e fosfati - Migliorare efficienza produttiva	- Macchine a rateo variabile - Mappe di prescrizione - Software di gestione - Laboratori di analisi del suolo

Brunori, G., Mariani, M., Santini, C., Turchetti, S. (2025). Digitalizzazione dell'agricoltura in Toscana. Primi risultati dello studio sugli interventi per l'agricoltura di precisione

Metodologia: focus group e interviste



Brunori, G., Mariani, M., Santini, C., Turchetti, S. (2025). Digitalizzazione dell'agricoltura in Toscana. Primi risultati dello studio sugli interventi per l'agricoltura di precisione

Risultati: valutazione di impatto dell'ACA24 (1)

Benefici immediati

- **Risparmio sui mezzi tecnici:** 15–25% (fino al 30% in annate stabili)
- **Riduzione ore macchina** del 10–20%; meno sopralluoghi fisici in campo
- **Ottimizzazione del lavoro e della manodopera**
- **Migliore allocazione delle risorse e riduzione degli errori decisionali:** minor rischio di perdita di qualità, maggiore uniformità della produzione e migliore gestione degli stress biotici e abiotici

Criticità trasversali

- **Interoperabilità scarsa tra piattaforma software, macchine e dispositivi**
- **Connettività** insufficiente nelle aree rurali e collinari: dati in ritardo o assenti
- **Sensoristica fragile:** manutenzione costosa e spesso non gestibile internamente
- **Frammentazione fondiaria/difficoltà organizzative**
- **Complessità burocratiche**
- **Carico cognitivo**

Brunori, G., Mariani, M., Santini, C., Turchetti, S. (2025). Digitalizzazione dell'agricoltura in Toscana. Primi risultati dello studio sugli interventi per l'agricoltura di precisione

Risultati: valutazione di impatto dell'ACA24 (2)



FATTORI ABILITANTI



Tecnologico

- Standard comuni e piattaforme unificate
- Assistenza tecnica rapida

Organizzativo

- Competenze interne ed esterne
- Governance gestionale e aziendale necessarie per valorizzare l'uso delle tecnologie

Decisionale

- Consulenza agronomica evoluta,
- Formazione continua

Economico

- Sostegno pubblico,
- Pianificazione investimenti integrati

Relazionale

- Reti territoriali consolidate (rivenditori, associazioni, cooperative)
- Condivisione delle esperienze

Sostenibilità

- Continuità/ disponibilità dei dati nel tempo
- Monitoraggio delle esperienze

Brunori, G., Mariani, M., Santini, C., Turchetti, S. (2025). Digitalizzazione dell'agricoltura in Toscana. Primi risultati dello studio sugli interventi per l'agricoltura di precisione

Livello di maturità digitale delle imprese

Basso

La digitalizzazione si manifesta soprattutto nei processi obbligatori o attraverso strumenti minimi, senza che si crei una vera continuità di flusso informativo



Medio

- Adozione selettiva guidata dai processi che offrono un ritorno immediato e tangibile
- Integrazione parziale
- Natura esplorativa, rischio overload cognitivo



Elevato

Presenza simultanea di DSS, sensoristica diffusa, piattaforme integrate e macchine 4.0 → il digitale non come elemento aggiuntivo, ma parte strutturale del sistema gestionale

L'analisi complessiva mostra che la maturità digitale non è determinata unicamente dalla dimensione fisica o economica, ma dipende da una combinazione di fattori: la cultura aziendale, la predisposizione all'innovazione, la capacità di affrontare la complessità tecnologica, la disponibilità di persone formate e la natura del territorio in cui si opera.

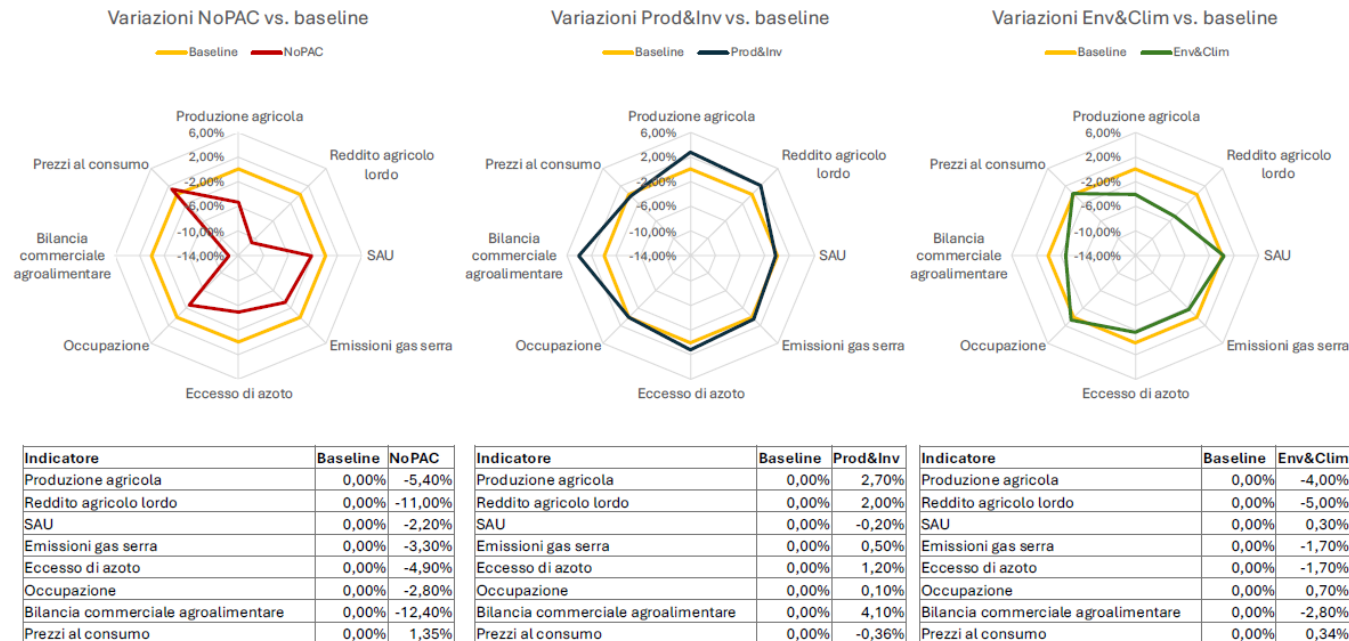
Implicazioni di policy (1)

- **La digitalizzazione è un'opportunità strategica per l'agricoltura toscana**, sia per contribuire al necessario *upgrading*, fondamentale per garantire un certo grado di continuità al sistema e raggiungere gli obiettivi di sostenibilità ambientale richiesti.
- **I benefici legati a un approccio di supporto alle decisioni sono molteplici**: si tratta di un approccio conservativo di risorse e conoscenze in grado di aumentare l'efficienza, ottimizzando l'utilizzo degli input e migliorando le capacità di risposta ai problemi degli agricoltori e quelle previste in un contesto di cambiamenti climatici.
- **La diffusione di queste tecnologie è frenata da barriere strutturali significative** (scarsa connettività nelle aree rurali, interoperabilità limitata tra piattaforme e macchine, frammentazione fondiaria, barriere economiche, barriere cognitive) e può comportare un **rischio di peggioramento della polarizzazione** già molto evidente nel sistema produttivo della Toscana.

Implicazioni di policy (2)

- Allo stato dell'arte, l'evidenza quantitativa mostra che la **dimensione di impresa** è la determinante principale che guida il processo di adozione, seppure legata a una **solida base familiare**. Tuttavia, dall'evidenza qualitativa emerge che la **maturità digitale** dipende anche dalla combinazione di diversi fattori: la cultura aziendale, la predisposizione all'innovazione, la capacità di affrontare la complessità tecnologica, la disponibilità di persone formate e la natura del territorio in cui si opera.
- La costruzione di un **ecosistema digitale localmente definito** per soluzioni *context-specific* e il **ruolo guida delle istituzioni per la governance del processo** sono cruciali: il policy mix regionale, seppure ancora non sufficientemente integrato, va nella direzione giusta, ma va rafforzato con interventi mirati per dimensione e maturità tecnologica, sostegno allo sviluppo di competenze, promozione della collaborazione tra ricerca, istituzioni e agricoltori, e attenzione alle ricadute dell'incognita PAC sul finanziamento pubblico futuro.

L'incognita PAC



Ferrari, G.M., Francescone, M., Carriero, M. (2025). Contributi analitici al dibattito sulla Politica agricola comune dell'UE basati su "Scenar 2040" (JRC). Documento ISMEA realizzato nell'ambito del programma della Rete Nazionale della PAC 2025-2027