

## 4

# RUOLO DELLA CONOSCENZA NELL'EVOLUZIONE DEL SISTEMA ECONOMICO

## INTRODUZIONE E PRINCIPALI RISULTATI

Il capitale umano, l'innovazione nelle imprese e l'evoluzione della struttura produttiva rivestono un ruolo importante nella capacità di crescita dell'economia. Attraverso l'integrazione di fonti statistiche e amministrative a livello di impresa, l'analisi si sviluppa lungo tre dimensioni: la composizione settoriale dell'economia e il contenuto di conoscenza delle produzioni; l'evoluzione dell'occupazione e delle caratteristiche del capitale umano; le dinamiche dei processi innovativi a livello di impresa e di territorio.

Il quadro che emerge dall'analisi è quello di un sistema economico caratterizzato da una crescita complessivamente modesta nel lungo periodo e da un adattamento solo parziale ai cambiamenti legati alla diffusione della conoscenza e delle tecnologie.

Dal punto di vista della struttura produttiva, l'economia italiana ha mostrato una capacità limitata di riallocazione delle attività verso quelle a maggiore intensità di conoscenza. La quota di valore aggiunto nei settori più avanzati si è sostanzialmente stabilizzata dopo il 2007, mentre negli altri principali paesi europei è continuata a crescere. Parallelamente, si osserva una riduzione della componente manifatturiera, concentrata nei comparti a bassa e medio-bassa tecnologia; i servizi, invece, crescono soprattutto nelle attività ad alta intensità di lavoro, mentre l'espansione di quelle più intensive in termini di conoscenza resta limitata.

Queste dinamiche si riflettono in modo rilevante anche nel mercato del lavoro. Tra il 2007 e il 2024, l'occupazione complessiva è aumentata, ma con una profonda ricomposizione settoriale. Si è registrata, infatti, una perdita rilevante di occupati nell'Industria e nel Commercio, e una crescita nei Servizi, soprattutto nella sanità, nelle attività professionali e nei servizi alla persona. Tale riallocazione ha contribuito a determinare una dinamica sostanzialmente stagnante della produttività.

Per quanto riguarda il capitale umano, negli ultimi decenni si è registrato un significativo miglioramento del livello di istruzione degli occupati, con una forte crescita della quota di laureati. Tuttavia, questo progresso non si è tradotto in un aumento altrettanto rilevante dell'occupazione qualificata, né in un rafforzamento diffuso delle competenze nei settori più avanzati. Come approfondito nel Rapporto annuale 2025, il sistema produttivo resta inoltre caratterizzato da un marcato processo di invecchiamento della forza lavoro, che può costituire un ulteriore vincolo alla capacità innovativa.

L'analisi a livello territoriale consente di caratterizzare meglio tali criticità. Le aree urbane e alcuni Sistemi locali ad alta specializzazione concentrano capitale umano qualificato e livelli di reddito più elevati, mentre ampie parti del territorio presentano una bassa capacità di attrazione e utilizzo delle competenze. Queste diverse definizioni del sistema economico a livello territoriale si traducono in differenze significative nella *performance* economica.

Per quanto riguarda l'innovazione nelle imprese italiane, l'analisi svolta in questo Capitolo evidenzia un quadro articolato. Si osserva un progresso significativo nell'adozione di tecnologie digitali e nella diffusione di innovazioni di processo, con una quota crescente di aziende innovative. Persistono, tuttavia, ritardi rilevanti nell'attività di Ricerca e Sviluppo (R&S), la cui intensità resta tra le più basse nell'UE27, e nella disponibilità di competenze specialistiche, in particolare nel campo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT).

L'analisi microeconomica conferma il ruolo cruciale del capitale umano nei processi innovativi: le imprese con una maggiore incidenza di lavoratori laureati e qualificati presentano livelli più elevati di digitalizzazione, una maggiore probabilità di introdurre innovazioni e *performance* migliori in termini di produttività. Tuttavia, emerge anche che l'esperienza lavorativa e l'età media degli addetti hanno effetti ambivalenti: se da un lato contribuiscono positivamente alla produttività, dall'altro possono costituire un vincolo alla pensione all'innovazione.

Infine, la forte eterogeneità delle *performance* delle imprese è posta in relazione con le loro differenti caratteristiche strutturali, di dotazione di capitale umano e di orientamento all'innovazione. Solo una quota relativamente limitata di imprese mostra un elevato dinamismo innovativo, mentre la maggioranza si colloca su livelli intermedi o bassi. Le imprese più dinamiche si caratterizzano per una combinazione di fattori: maggiore dimensione economica, più elevata intensità di capitale umano qualificato, più elevata intensità di investimenti in tecnologie e Ricerca e Sviluppo, e inserimento in contesti produttivi avanzati. Queste imprese registrano livelli di

produttività significativamente superiori rispetto alle altre, confermando il ruolo congiunto del capitale umano e dell'innovazione come determinanti di una migliore e più persistente *performance* economica.

Emerge il quadro di un sistema economico che ha compiuto progressi importanti, soprattutto sul fronte dell'istruzione e della diffusione delle tecnologie, ma che continua a mostrare limiti strutturali nella capacità di tradurre tali progressi in una crescita economica sostenuta e diffusa. Il rafforzamento del capitale umano, l'accelerazione degli investimenti in innovazione e una riallocazione più efficace delle risorse verso attività ad alto contenuto di conoscenza rappresentano condizioni essenziali per colmare il divario con le altre maggiori economie europee.

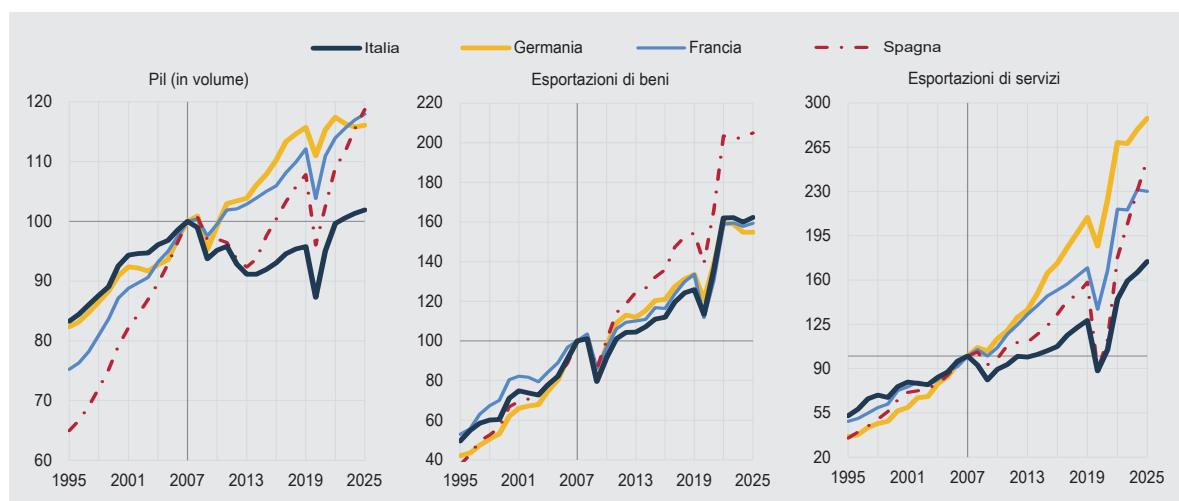


## 4.1 L'EVOLUZIONE DELLA STRUTTURA ECONOMICA

### 4.1.1 La crescita economica e il contenuto di conoscenza delle produzioni

Nel 2025, il prodotto interno lordo (Pil) reale italiano è risultato di poco superiore al livello del 2007 (+1,9 per cento). Si tratta di una *performance* nettamente inferiore a quella di Francia, Germania e Spagna, che registrano contestualmente una crescita prossima al 20 per cento. Nello stesso periodo, l'andamento delle esportazioni nazionali di beni a prezzi correnti è stato in linea con quello francese e tedesco, nonostante le pressioni competitive delle economie emergenti abbiano eroso quote di mercato nelle produzioni a bassa tecnologia, che caratterizzano ancora in misura rilevante il modello di specializzazione italiano. Al contrario, il valore dell'*export* nazionale di servizi ha registrato una crescita considerevolmente inferiore rispetto agli altri paesi (Figura 4.1), secondo una tendenza già in atto a partire dal periodo precedente alla crisi finanziaria globale e a quella del debito sovrano del 2008 e del 2011.

Figura 4.1 Pil (sinistra), valore delle esportazioni di beni (centro) e di servizi (destra) nelle maggiori economie dell'UE. Anni 1995-2025 (indici 2007=100 su dati in volume e a prezzi correnti)

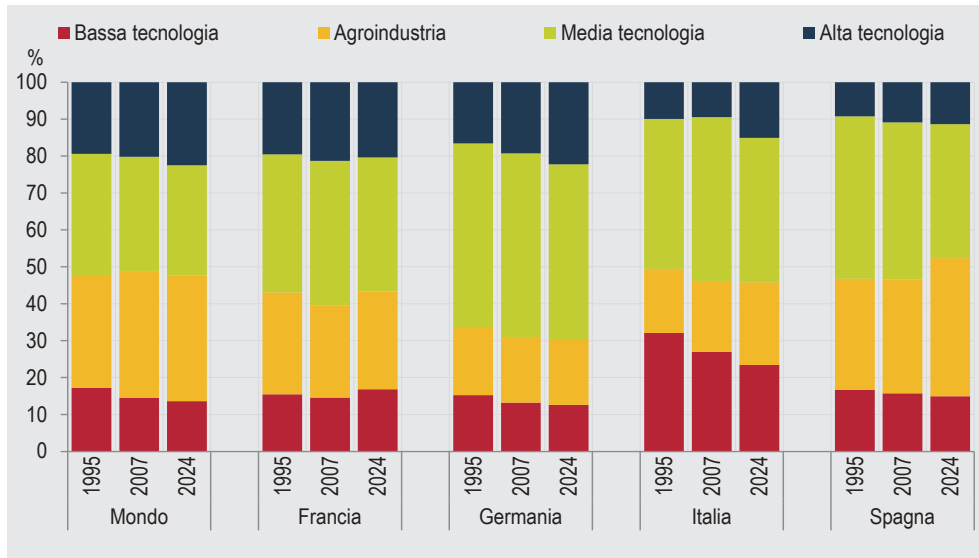


Fonte: Eurostat, National Accounts

A livello più disaggregato, le esportazioni di beni dell'Italia hanno avuto un andamento meno dinamico nelle filiere dell'abbigliamento e dei prodotti per la casa, e una *performance* migliore nell'agroindustria e, tra i comparti a tecnologia più elevata, nella farmaceutica.

Nel 1995, le produzioni a bassa tecnologia rappresentavano quasi un terzo delle esportazioni italiane (32,1 per cento). Nel 2024, questa quota — pure restando la più elevata tra le maggiori economie europee — si è ridotta di 9 punti percentuali, al 23,4 per cento. La quota sull'*export* nazionale dei prodotti ad alta tecnologia è cresciuta tra il 2007 e il 2024 di oltre 5 punti percentuali, raggiungendo il 15,1 per cento. Per l'effetto congiunto della ricomposizione merceologica e di quella qualitativa, il valore medio unitario delle esportazioni italiane è aumentato più rapidamente rispetto alle altre maggiori economie europee: in termini di dollari, nel 2024 superava quello del 2000 del 224 per cento, contro valori compresi tra il 155 e il 170 per cento in Francia, Germania e Spagna (Figura 4.2).

**Figura 4.2** Esportazioni di beni del mondo e delle maggiori economie dell'UE per livello di tecnologia. Anni 1995, 2007 e 2024 (composizioni percentuali)(a)

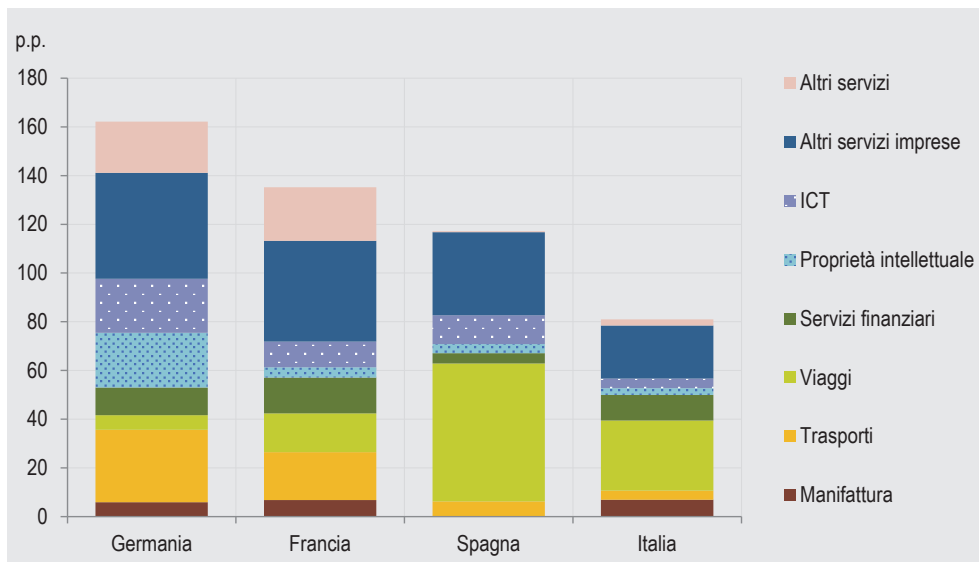


Fonte: World Trade Organization (WTO)

(a) L'analisi delle esportazioni di prodotti per caratteristiche tecnoeconomiche è quella proposta da Lall (2000).

Nei servizi, invece, i risultati dell'Italia nell'interscambio con l'estero sono stati inferiori rispetto a quelli osservati nelle altre maggiori economie dell'UE in quasi tutti i comparti e, in particolare, in quelli più dinamici dei servizi di informazione e comunicazione, alle imprese e della proprietà intellettuale che, insieme, hanno dato un contributo pari a 28,5 punti percentuali alla crescita dell'export dell'Italia tra il 2008 e il 2025, circa la metà rispetto a Francia e Spagna e a meno di un terzo rispetto alla Germania (Figura 4.3).

**Figura 4.3** Esportazioni di servizi delle maggiori economie dell'UE per settore di attività economica. Anno 2025 (variazioni in punti percentuali sul 2008)

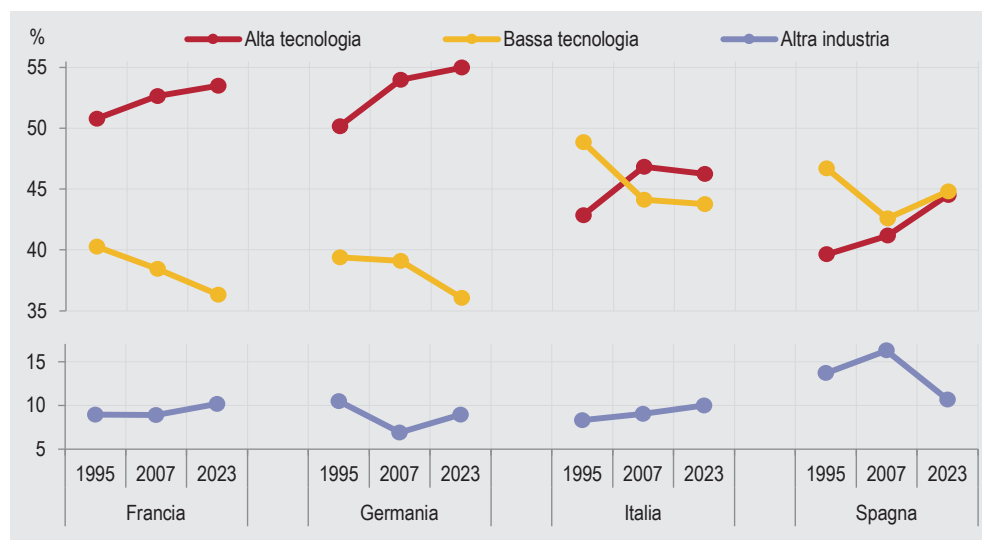


Fonte: UN Trade and Development (UNCTAD), International Trade Centre

Passando dall'evoluzione della specializzazione del commercio estero a quella strutturale dell'intero sistema produttivo, tra il 2007 e il 2024 si osserva una ricomposizione modesta del valore aggiunto tra le attività, che risulta comunque inferiore a quella registrata nelle altre maggiori economie dell'UE. A livello delle sezioni della Classificazione NACE Rev. 2, lo spostamento delle quote di valore aggiunto tra le attività è stato pari a 4,1 punti percentuali in Italia, 5,3 in Francia, 6,4 in Germania e 8,6 in Spagna<sup>1</sup>. Nel periodo in esame, il valore aggiunto a prezzi correnti della manifattura in Germania è cresciuto del 49 per cento circa, un ritmo quasi doppio rispetto a quello dell'Italia (28 per cento), ma la sua quota sul totale dell'economia tedesca si è ridotta di 3,3 punti percentuali, mentre in Italia è diminuita di 1,1 punti. Ancora più rilevanti sono le differenze in volume: considerando il periodo tra il 2007 e il 2024, infatti, il valore aggiunto della manifattura è aumentato in termini reali di oltre il 10 per cento in Germania e si è contratto del 7,5 per cento in Italia. Nello stesso periodo, il valore aggiunto totale al netto dei fitti imputati a prezzi correnti è cresciuto del 73,0 per cento in Germania, del 54,0 per cento in Francia e in Spagna, e del 34,0 per cento in Italia; in volume, è aumentato tra il 15,0 e il 18,0 per cento nei primi tre paesi e meno del 3,0 per cento in Italia.

Con riferimento al livello tecnologico delle attività economiche, la quota sul valore aggiunto della componente a più elevata intensità di conoscenza (manifattura a medio-alta e alta tecnologia e servizi ad alta tecnologia e intensi in conoscenza; cfr. Glossario) è aumentata in Italia di 4 punti percentuali tra il 1995 e il 2007 ed è ristagnata negli anni successivi, mentre in Francia, Germania e Spagna ha continuato a crescere (Figura 4.4)<sup>2</sup>.

**Figura 4.4** Quote sul valore aggiunto delle attività economiche non agricole nelle maggiori economie dell'UE per livello di tecnologia. Anni 1995, 2007 e 2023 (valori percentuali)(a)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati Eurostat, National Accounts  
(a) Il valore aggiunto è calcolato al netto dei fitti imputati.

- Le sezioni della Classificazione NACE Rev. 2, recepita in Italia come Ateco 2007, sono 20, a esclusione di quella relativa alle organizzazioni extraterritoriali. Lo spostamento di quote di valore aggiunto tra le attività è misurato come la semisomma dei valori assoluti delle variazioni di quota tra l'inizio e la fine del periodo. Quote settoriali e dinamica aggregata sono calcolate al netto dei fitti imputati.
- Nella Figura e nel testo si utilizza una versione adattata della tassonomia di Eurostat (cfr. [https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/htec\\_esms\\_an\\_3.pdf](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/htec_esms_an_3.pdf)).

Più in dettaglio, in Italia la riduzione di un punto percentuale della quota manifatturiera nel valore aggiunto tra il 2007 e il 2025 rispecchia gli andamenti delle esportazioni e riguarda interamente la componente a bassa e medio-bassa tecnologia, fatta eccezione per l'industria alimentare. Il calo della quota della manifattura si è ripartito in prevalenza a vantaggio dei servizi ad alta intensità di lavoro: i servizi amministrativi e di supporto alle imprese hanno guadagnato un punto percentuale e quelli di alloggio e ristorazione 0,7 punti, mentre la componente ad alta tecnologia dei servizi ICT ha perso 0,6 punti.

#### 4.1.2 I cambiamenti strutturali dell'occupazione e della produttività del lavoro

Tra il 2007 e il 2024, le risorse umane impiegate nel sistema economico, misurate dai Conti Nazionali, sono cresciute di circa 1,4 milioni di occupati (+5,6 per cento) e di 600 mila unità di lavoro equivalenti a tempo pieno (ULA; +2,4 per cento)<sup>3</sup>.

A fronte dei cambiamenti in atto nella struttura produttiva, la ricomposizione settoriale in termini occupazionali è stata assai più rilevante di quella del valore aggiunto. Nel periodo considerato, la quota della manifattura sull'occupazione, misurata in unità di lavoro, si è ridotta di 3,3 punti percentuali, attestandosi nel 2024 al 14,1 per cento del totale, mentre quella dei servizi è cresciuta in misura analoga, seppure con andamenti differenziati tra le varie componenti<sup>4</sup>.

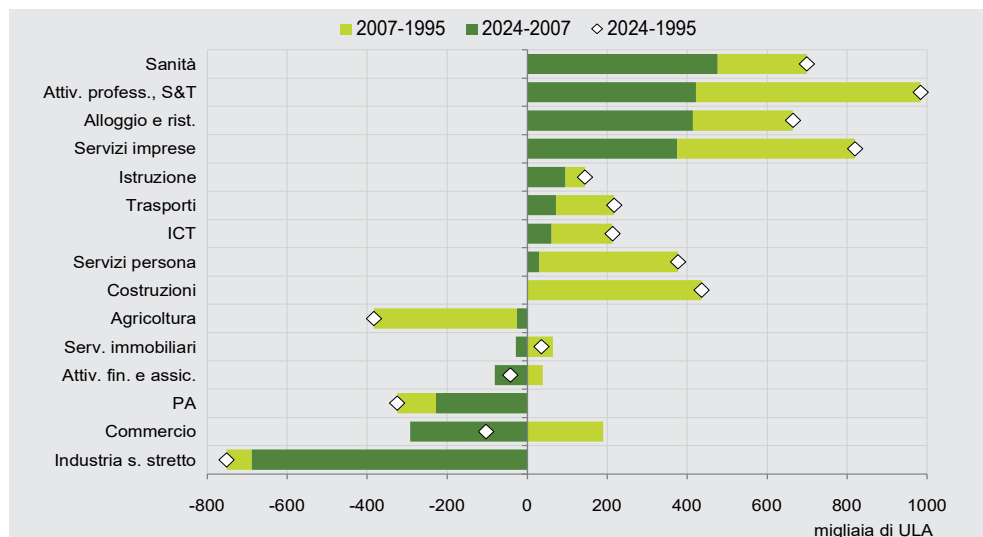
Considerando le ULA, lo spostamento di occupati tra i settori nel periodo considerato è stato molto ampio (Figura 4.5): alcune attività ne hanno perse nel complesso 1,35 milioni (quasi 700 mila l'Industria in senso stretto, 300 mila il Commercio e oltre 225 mila la Pubblica amministrazione) e altre le hanno aumentate di poco meno di 2,0 milioni (quasi mezzo milione nella Sanità e assistenza sociale e oltre 400 mila sia nelle Attività professionali, scientifiche e tecniche, sia nei Servizi di alloggio e ristorazione). Nell'Industria, nel periodo 2007-2024, la manifattura ha registrato un calo della propria forza lavoro del 16,9 per cento, con una riduzione concentrata nel comparto tessile-abbigliamento (-235 mila ULA, pari a quasi il 40 per cento del comparto) e, in misura minore, negli altri comparti tradizionali (industria del legno, della lavorazione dei minerali non metalliferi, degli articoli di gomma e materie plastiche), maggiormente esposti alla concorrenza delle economie emergenti.

Per confronto, nel periodo 1995-2007 si è registrato un aumento dell'occupazione pari a quasi 2,4 milioni di ULA, accompagnato da uno spostamento intersettoriale (saldo tra perdite e guadagni) di appena 517 mila ULA, con un calo dell'input di lavoro significativo solo nel comparto agricolo, marginale nell'Industria in senso stretto, e un guadagno sia nelle Costruzioni sia in tutte le attività dei servizi, a eccezione della Pubblica amministrazione (PA) (Figura 4.5).

<sup>3</sup> Cfr. Glossario.

<sup>4</sup> Tra le sezioni di attività economica, lo spostamento di quote è stato di circa 7,3 punti percentuali se misurato come ULA, 7,6 punti in termini di ore lavorate e quasi 7,0 punti in termini di occupati, contro 4,1 punti nel caso del valore aggiunto.

**Figura 4.5** Input di lavoro per settore di attività economica. Anni 2007 e 2024 (variazioni sul 1995 e sul 2007 in migliaia di ULA)



Fonte: Istat, Conti Nazionali

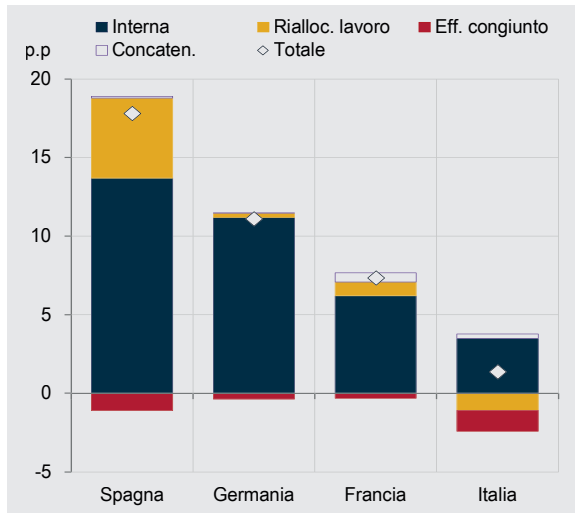
La ricomposizione occupazionale ha contribuito all'andamento complessivamente stagnante della produttività in Italia. Per l'insieme delle attività economiche, nel 2025 il valore aggiunto in volume per ora lavorata in Italia superava il livello del 2007 dell'1,4 per cento, contro incrementi superiori al 7,0 per cento e all'11,0 per cento in Francia e in Germania, e quasi il 18,0 per cento in Spagna. In aggregato, insieme alla crescita del valore aggiunto, queste differenze riflettono variazioni molto diverse nel monte ore lavorate (in Francia +11,1 per cento, in Germania +4,6 per cento, in Italia +2,7 per cento e in Spagna +2,2 per cento).

L'andamento della produttività può essere ricondotto sia al contributo della dinamica interna alle singole attività – in Italia nettamente inferiore a quello delle altre economie – sia all'effetto della riallocazione del lavoro tra le attività (con livelli e dinamiche della produttività differenti). Nel complesso, tale andamento è stato fortemente negativo in Italia, quasi nullo in Germania, positivo in Francia e, soprattutto, in Spagna (Figura 4.6)<sup>5</sup>.

A un livello settoriale più fine, tra il 2007 e il 2024, la dinamica della produttività oraria in Italia (+1,7 per cento in complesso) sintetizza aumenti del 41,7 per cento nel Commercio, e superiori al 10,0 per cento nella manifattura, nei servizi ICT, nella PA e nei servizi alla persona, e poco inferiori nelle Attività finanziarie, quasi completamente compensati da riduzioni tra il 15,0 e il 23,0 per cento nei servizi alle imprese e nei comparti di ricettività, istruzione, sanità, tutti settori con una dinamica occupazionale fortemente positiva (Figura 4.7).

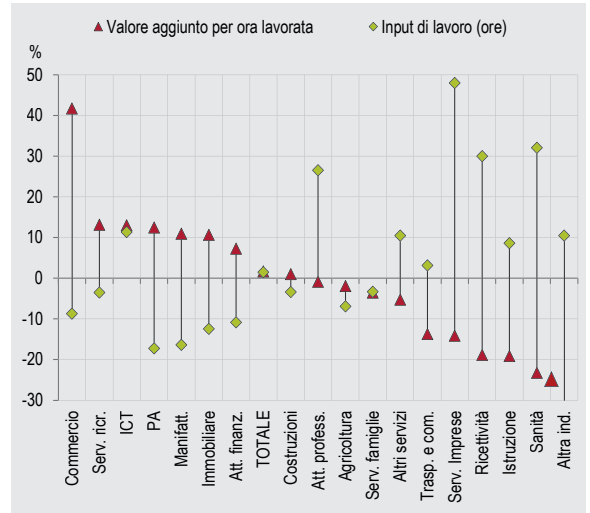
<sup>5</sup> La produttività oraria è scomposta nei contributi di: (a) variazioni di produttività interne ai settori, date le quote di occupazione (ore lavorate); (b) riallocazione dell'occupazione (variazione delle quote), data la produttività oraria (è positivo se i settori inizialmente più produttivi guadagnano quote); (c) nell'effetto congiunto di (a) e (b), è positivo se l'occupazione si sposta verso settori con produttività in aumento. Residualmente, può verificarsi un effetto dovuto al concatenamento.

**Figura 4.6** Scomposizione della produttività oraria nelle maggiori economie dell'UE. Anno 2025 (variazioni in punti percentuali sul 2007)(a)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati Eurostat, National Accounts (a) Per i dettagli sulla scomposizione della produttività oraria, cfr. Nota 5.

**Figura 4.7** Produttività oraria e occupazione per settore di attività economica. Anno 2024 (variazioni percentuali sul 2007)

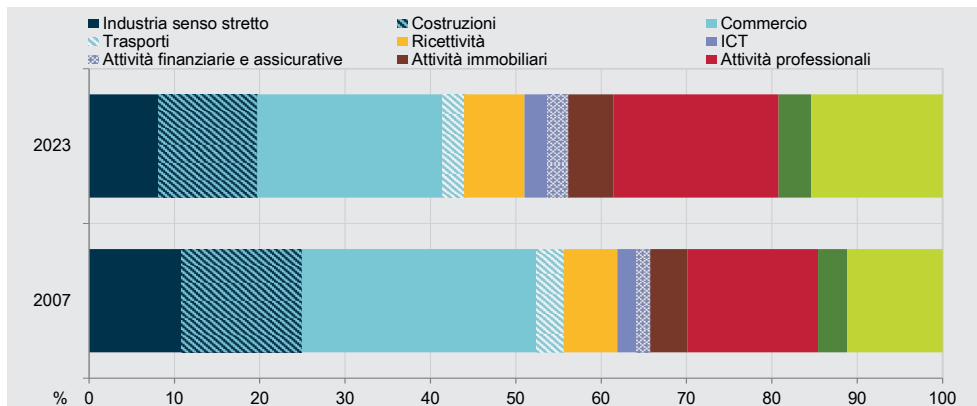


Fonte: Istat, Conti Nazionali

### 4.1.3 L'evoluzione strutturale del sistema delle imprese

L'evoluzione del numero e della composizione settoriale delle imprese italiane evidenzia un rilevante fenomeno di ricomposizione. Tra il 2007 e il 2023, il numero delle imprese attive è cresciuto di 235 mila unità (+4,7 per cento), raggiungendo 4,7 milioni. Il dato aggregato sintetizza una perdita di circa 420 mila unità ripartita in misura quasi uguale tra l'Industria (-21,0 per cento per l'Industria in senso stretto) e il Commercio (-17,0 per cento), e un guadagno di oltre 650 mila unità nelle altre attività dei servizi, di cui quasi 230 mila nelle Attività professionali, scientifiche e tecniche e oltre 140 mila nella Sanità e assistenza sociale, il cui numero è cresciuto del 33,0 e del 63,0 per cento, rispettivamente. Le imprese, nell'insieme delle attività dell'Industria, del Commercio e dei Trasporti, sono passate da più del 55,0 per cento a meno del 45,0 per cento del totale, mentre sono divenuti prevalenti gli operatori nei servizi alle imprese e alla persona (Figura 4.8).

**Figura 4.8** Imprese attive per settore di attività economica. Anni 2007 e 2023 (composizioni percentuali)

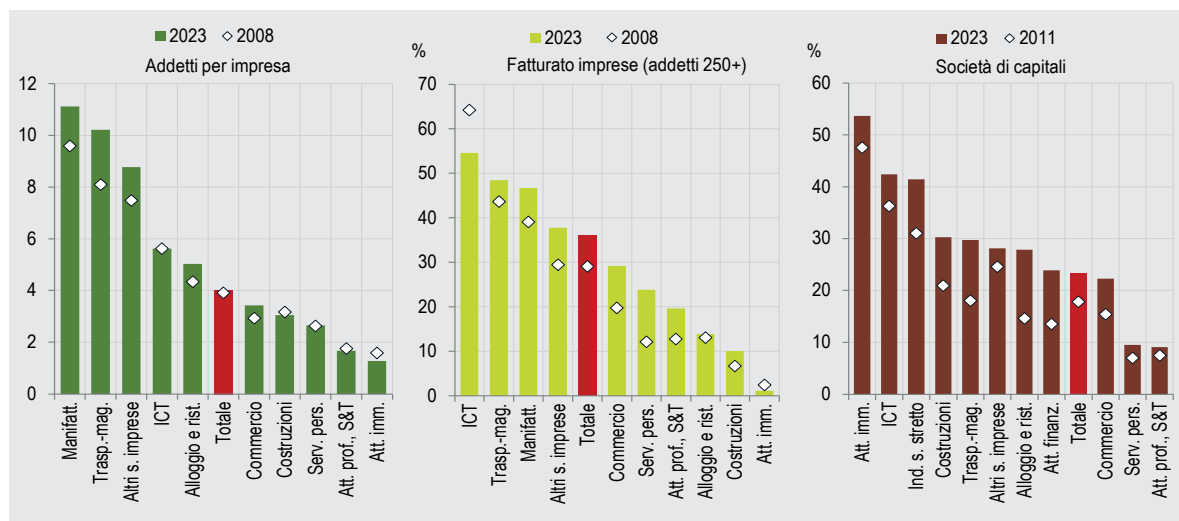


Fonte: Istat, Statistiche strutturali sulle imprese



Le dinamiche congiunte dell'occupazione e della demografia di impresa hanno avuto un effetto positivo, seppure limitato, sulla dimensione media di impresa, che in Italia è storicamente molto modesta (da 3,9 addetti nel 2008 a 4,0 nel 2023). Questo è il risultato degli aumenti notevoli nella manifattura (da 9,6 a 11,1 addetti) e nel Commercio (da 2,9 a 3,4 addetti) e del contestuale spostamento di imprese e occupati verso i comparti dei servizi con dimensione media più ridotta e/o in calo (Figura 4.9, sinistra).

**Figura 4.9** Dimensione media delle imprese (sinistra), fatturato delle grandi imprese sul totale del fatturato (centro), e società di capitali sul totale delle imprese (destra) per settore di attività economica. Anni 2008, 2011 e 2023 (valori assoluti e percentuali)



Fonte: Istat, Statistiche strutturali sulle imprese

Nello stesso periodo, il sistema economico italiano è complessivamente andato incontro a un consolidamento della quota di fatturato delle imprese più grandi (di 250 addetti e oltre) che è cresciuta dal 29,1 al 36,1 per cento (Figura 4.9, centro), e tra il 2011 e il 2023 è aumentata di 5,5 punti la quota delle società di capitali tra le imprese attive (Figura 4.9 destra), in entrambi i casi con aumenti diffusi tra i diversi settori. Nella stessa direzione, tra il 2008 e il 2023, la quota delle grandi imprese sul valore aggiunto è aumentata dal 28,4 al 34,7 per cento, e quella sull'occupazione dal 18,6 al 24,4 per cento.

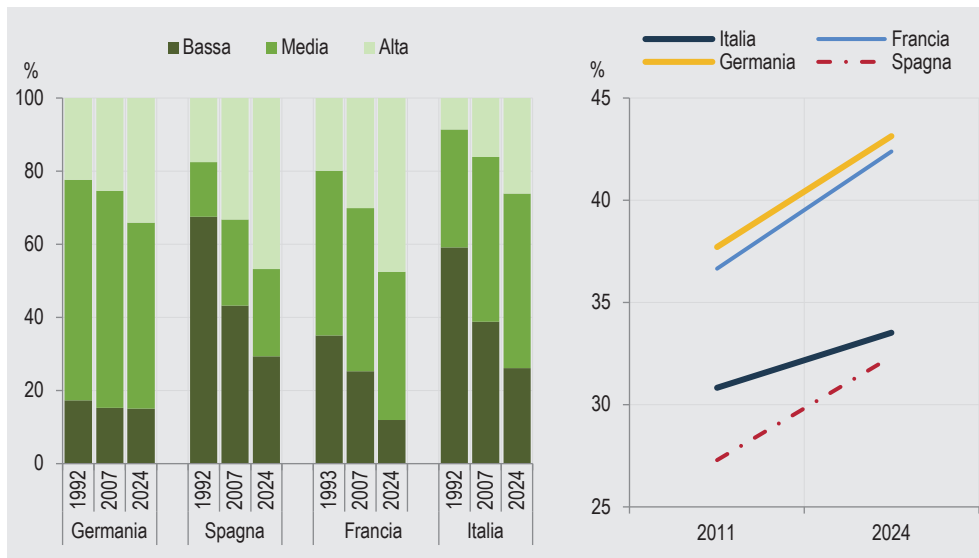
#### 4.1.4 L'evoluzione del capitale umano

Negli ultimi decenni, accanto ai cambiamenti strutturali delle imprese, si sono modificate notevolmente anche le caratteristiche degli occupati, con un aumento del livello di istruzione e delle competenze professionali, ma anche con un progressivo invecchiamento.

L'evoluzione più marcata in questo ambito è stata la crescita sostanziale del livello di istruzione, favorita dal ricambio generazionale. Nel 1992, quasi il 60 per cento dei lavoratori disponeva al più della licenza media, poco più del 30,0 per cento di un diploma e meno del 9,0 per cento di un titolo terziario. Nel 2007 gli occupati con titolo terziario erano saliti al 16 per cento e nel 2024 al 26,0 per cento, uguagliando la quota dei meno istruiti.

Nonostante questi progressi, la quota di laureati tra gli occupati italiani resta inferiore e meno dinamica rispetto a quella di Francia e Spagna (dove, tuttavia, è sostenuta da lauree biennali di primo livello, praticamente assenti come tipologia in Germania e in Italia). L'Italia e la Spagna, inoltre, si caratterizzano per la quota tuttora molto rilevante di manodopera poco istruita, ma si tratta di un retaggio storico in progressiva riduzione a causa dell'uscita dal mercato del lavoro degli occupati in età più avanzata (Figura 4.10, sinistra).

**Figura 4.10** Occupati per livello di istruzione (sinistra) e specialisti e tecnici sul totale degli occupati (destra) nelle maggiori economie dell'UE. Anni 1992, 1993, 2007, 2011 e 2024 (composizioni e valori percentuali)(a)



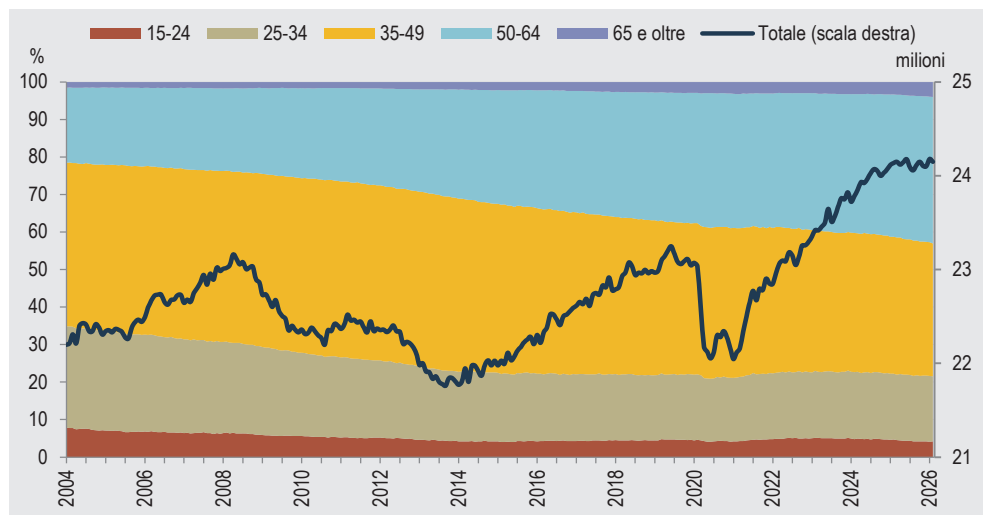
Fonte: Eurostat, Labour Force Survey  
(a) Serie non ricostruite, non pienamente confrontabili.

In parte per effetto della riallocazione dell'occupazione (cfr. paragrafo 4.1.2), l'evoluzione dell'inquadramento professionale degli occupati è stata molto meno positiva: l'occupazione qualificata, misurata come l'aggregato di professioni specialistiche e tecniche (di seguito, specialisti e tecnici), tra il 1992 e il 2024 in Italia è cresciuta da poco più di un quinto a circa un terzo del totale degli occupati, ma l'incremento è avvenuto soprattutto negli anni Novanta del secolo scorso e nel Duemila. In particolare, tra il 2011 e il 2024, l'aumento è stato di soli due punti percentuali, molto inferiore rispetto alla Francia e alla Germania, pari a circa il 43,0 per cento, e alla Spagna, che ha quasi raggiunto l'Italia (Figura 4.10, destra).

Dall'inizio degli anni Duemila, inoltre, è sensibilmente cresciuta la quota degli occupati in età matura e anziana, anche per effetto delle riforme pensionistiche (Figura 4.11).

È importante sottolineare, inoltre, che le caratteristiche del capitale umano sono molto diverse sul territorio e tra i settori (cfr. paragrafo 4.2), così come tra le singole imprese, con effetti rilevanti sull'attività innovativa delle stesse (cfr. paragrafo 4.3) e sulla performance (cfr. paragrafo 4.4).

**Figura 4.11** Occupati in Italia per classe di età. Gennaio 2004-gennaio 2026 (composizioni percentuali e valori assoluti in milioni, dati mensili destagionalizzati)



Fonte: Istat, Rilevazione sulle forze di lavoro

#### 4.1.5 L'evoluzione dell'attività innovativa

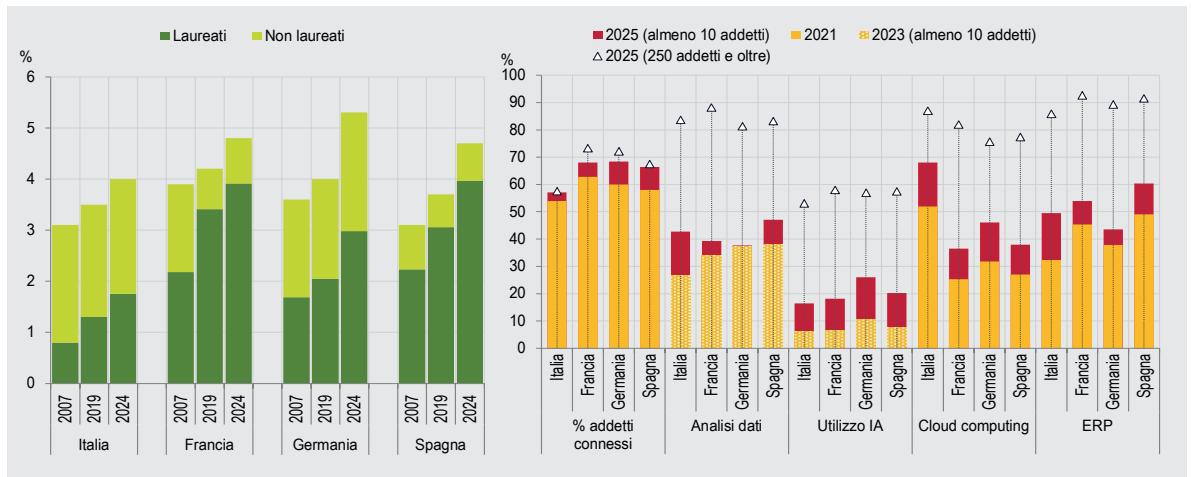
Nel confronto con le altre maggiori economie europee, l'attività innovativa in Italia — letta attraverso l'adozione e la gestione delle tecnologie digitali, l'innovazione in senso proprio e l'investimento in R&S — riflette le caratteristiche illustrate di un'economia a forte vocazione manifatturiera, fondata sul "sapere fare" in settori consolidati, che si sta adattando per competere in un contesto di conoscenza in rapida evoluzione, soprattutto nei servizi a maggiore contenuto innovativo. Rispetto al nuovo scenario, il nostro sistema produttivo presenta ritardi da colmare, ma ha già ottenuto alcuni risultati positivi.

Nell'ambito delle tecnologie digitali, l'Italia presenta un deficit sia quantitativo sia qualitativo in termini di risorse umane direttamente impiegate nello sviluppo e nella gestione (specialisti ICT). Nel 2024, secondo la Rilevazione sulle forze di lavoro, gli specialisti ICT rappresentano infatti il 4,0 per cento degli occupati, contro il 4,7 per cento in Francia, il 4,8 per cento in Spagna e il 5,3 per cento in Germania. La crescita di tali figure professionali, inclusa tra gli obiettivi del Decennio Digitale europeo<sup>6</sup>, è accelerata negli ultimi anni. Rispetto al 2007, infatti, il loro peso sull'occupazione in Italia è cresciuto di 0,9 punti percentuali, di cui mezzo punto solo tra il 2019 e il 2024. L'incremento di occupati con queste qualifiche rispetto al 2019 è stato del 16,0 per cento (da 815 a 945 mila), mentre in Francia è stato del 23,3 per cento, in Germania del 34,5 per cento e in Spagna del 39,5 per cento, ampliando il divario nell'impiego di queste risorse umane nel sistema economico. La quota di specialisti con istruzione terziaria, inoltre, resta nettamente inferiore in Italia rispetto a tutti e tre gli altri paesi europei considerati (Figura 4.12, sinistra).

Come già descritto (cfr. paragrafo 1.5.2), l'evoluzione dell'adozione delle tecnologie digitali nel sistema delle imprese con almeno 10 addetti è più positiva, anche se resta debole in alcuni aspetti legati alla modernità organizzativa e alle competenze. In particolare, si evidenzia che la quota di personale dotato di terminali connessi in rete nell'attività lavorativa ha registrato, negli anni più recenti, un ampliamento del divario rispetto alle maggiori economie europee, anche nelle grandi imprese (Figura 4.12, destra).

<sup>6</sup> Il programma europeo "Decennio Digitale 2030" mira a raggiungere 20 milioni di specialisti ICT nell'UE entro il 2030; in questo arco temporale, l'Italia dovrebbe quasi raddoppiare il numero di specialisti (obiettivo 1,7 milioni).

**Figura 4.12** Specialisti ICT sul totale degli occupati per titolo di studio (sinistra) e diffusione delle tecnologie digitali tra le imprese con almeno 10 e 250 addetti e oltre (destra) nelle maggiori economie dell'UE. Anni 2007, 2019, 2021, 2023-2025 (valori percentuali)(a)



Fonte: Eurostat, Labour Force Survey e European Survey on ICT Usage and E-commerce in Enterprises  
(a) Serie non ricostruite, non pienamente confrontabili.

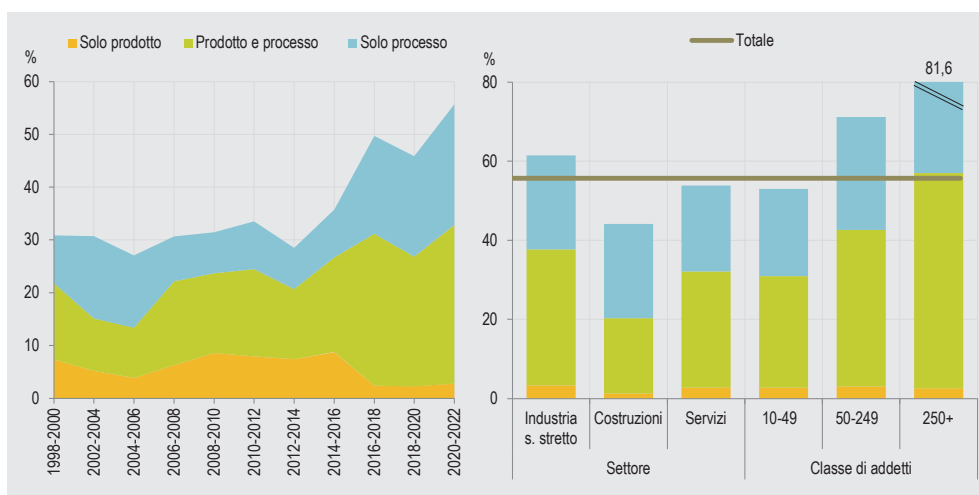
Parallelamente, si è registrato un recupero importante, seppure ancora parziale, nella diffusione dell'intelligenza artificiale (IA), che tra il 2023 e il 2025 è passata da meno del 6,0 per cento a oltre il 16,0 per cento, ed è attualmente utilizzata da oltre un quarto delle imprese tedesche. È significativo anche il progresso nella diffusione dei sistemi di pianificazione delle risorse di impresa (*Enterprise Resource Planning - ERP*), la cui adozione è passata da meno di un terzo a quasi la metà tra il 2021 e il 2025, portando l'Italia in una posizione intermedia tra le maggiori economie europee. La tecnologia complementare all'analisi dei dati, volta a migliorare i processi e le decisioni strategiche, è passata in due anni dal 26,6 al 42,7 per cento. Continua, infine, a essere molto positiva la diffusione dei servizi di *cloud computing*, sostenuta negli anni scorsi da incentivi finanziari.

La percentuale di imprese italiane che dichiarano di introdurre prodotti o processi innovativi è aumentata in modo significativo: da poco più del 30,0 per cento registrato tra il 2010 e il 2015, è salita fino a oltre il 55,0 per cento nel 2020-2022, raggiungendo e superando così la media europea. In particolare, è cresciuta quella degli innovatori di sistema e delle imprese che combinano innovazioni di prodotto e di processo (Figura 4.13, sinistra). Questo aspetto, in parte, riflette l'ampliamento del perimetro alle innovazioni di marketing e organizzative tra quelle di processo (e di design tra quelle di prodotto), ma la larga maggioranza degli innovatori nei processi ha agito contemporaneamente sui metodi di produzione, sui sistemi informativi e sull'organizzazione del lavoro. Un elemento, questo, che può essere ritenuto indicativo di un'evoluzione sostanziale del sistema delle imprese verso la modernizzazione, come mostrato dall'andamento dell'adozione delle tecnologie digitali.

La diffusione è maggiore tra le attività industriali e le grandi imprese, più di quattro su cinque delle quali nel 2020-2022 hanno dichiarato di avere realizzato innovazioni (Figura 4.13, destra).

Al dinamismo dell'innovazione non si è accompagnata una crescita altrettanto rapida dell'attività di R&S (per un confronto dei diversi tipi di attività innovativa nelle maggiori economie europee basato sugli indicatori relativi alla proprietà intellettuale, cfr. approfondimento "L'innovazione e la proprietà intellettuale: brevetti, marchi e disegni industriali").

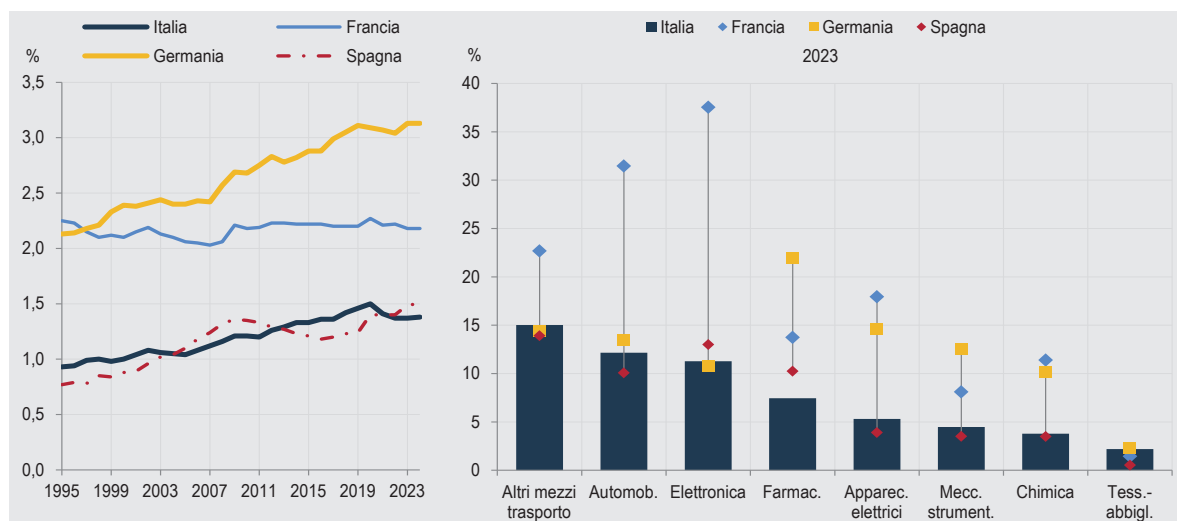
**Figura 4.13 Imprese innovatrici per tipo di innovazione (sinistra), settore di attività economica e classe di addetti (destra). Anni 1998-2022 (valori percentuali sul totale delle imprese di 10 addetti e oltre; dati triennali) (a)**



Fonte: Istat, Rilevazione statistica sull'innovazione nelle imprese  
 (a) Dal 2002-2004, l'indagine è estesa alle Costruzioni; dal 2016-2018, le innovazioni di *marketing* e organizzative sono incluse in quelle di processo e le innovazioni di *in* in quelle di prodotto. Nel periodo 2020-2022, l'unità statistica di riferimento può non coincidere con l'unità giuridica.

In termini di spesa in R&S, infatti, l'Italia presenta oggi l'intensità più contenuta tra le maggiori economie dell'Unione europea, superata anche dalla Spagna. L'incidenza della spesa in R&S sul Pil è cresciuta di quasi mezzo punto percentuale tra il 1995 e il 2023 e di 3,0 decimi rispetto al 2007. Negli ultimi anni, inoltre, è rimasta stabilmente sotto l'1,5 per cento, mentre in Spagna ha raggiunto l'1,5 per cento (con un incremento complessivo di 0,7 punti percentuali rispetto al 1995) e in Germania il 3,1 per cento (+1,0 rispetto al 1995). Solo in Francia il rapporto tra spesa in R&S e Pil è rimasto stabile nel tempo, intorno al 2,2 per cento (Figura 4.14, sinistra).

**Figura 4.14 Spesa in R&S *intra muros* nelle maggiori economie dell'UE nel complesso (sinistra) e per alcuni settori dell'industria manifatturiera (destra). Anni 1995-2023 (valori percentuali sul Pil e sul valore aggiunto settoriale)**



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati Eurostat, National Accounts

Nel caso dell'Italia, la crescita dell'intensità di R&S è quasi interamente imputabile all'attività realizzata dalle imprese. La componente pubblica, invece, nel 2023 è sullo stesso livello del 2007 (0,55 per cento del Pil); mentre è cresciuta sensibilmente in Spagna e Germania e, seppure in diminuzione, in Francia, quella dell'Italia resta la più bassa tra i quattro paesi<sup>7</sup>.

Anche nel sistema delle imprese, l'Italia presenta un'intensità di Ricerca e Sviluppo relativamente contenuta: nel 2023, misurata in rapporto al valore aggiunto a prezzi correnti, è infatti sotto lo 0,9 per cento, poco inferiore alla Spagna, ma nettamente più bassa rispetto alla Francia (1,6 per cento) e alla Germania (2,3 per cento).

Questo riflette aspetti di specializzazione e, nel confronto con le altre maggiori economie dell'UE, una *performance* settoriale che combina aspetti di forza e debolezza relative (Figura 4.14, destra).

In particolare, l'Italia tiene il passo con la Spagna e la Germania (ma non con la Francia) nei tre comparti che, a livello nazionale, presentano la maggiore intensità di ricerca: altri mezzi di trasporto (area di specializzazione per navi e aeromobili); automobilistico (nonostante la più elevata specializzazione della Germania); elettronica.

L'investimento in R&S sul valore aggiunto è sensibilmente più basso rispetto alle altre tre economie europee considerate nel settore farmaceutico, nonostante sia quarto per importanza in termini di intensità di ricerca e in forte crescita nell'*export* nazionale, generato però in larghissima parte da multinazionali estere. Un quadro analogo emerge per gli apparecchi elettrici e per il comparto della meccanica strumentale, il più rilevante in assoluto nell'*export*, dove, tuttavia, l'intensità di ricerca è sensibilmente inferiore non solo rispetto alla Germania, che con l'Italia condivide questa area di specializzazione, ma anche rispetto alla Francia, che non può vantare una specializzazione analoga. Infine, un risultato relativamente elevato si osserva nel settore tessile-abbigliamento, ancora importante per la nostra economia ma, in assoluto, a bassa intensità di R&S.

## “ L'INNOVAZIONE E LA PROPRIETÀ INTELLETTUALE: BREVETTI, MARCHI E DISEGNI INDUSTRIALI

I volumi delle domande e delle registrazioni dei titoli della proprietà intellettuale – brevetti, marchi e disegni industriali – sono indicativi della struttura e dell'orientamento all'innovazione dei sistemi produttivi nazionali: i brevetti dell'intensità dell'attività di Ricerca e Sviluppo e la capacità di innovazione tecnologica; i marchi della capacità delle imprese di costruire un'identità commerciale riconoscibile sul mercato; i disegni e i modelli industriali (d'ora in poi per brevità disegni), che attengono alla dimensione estetico-formale dei prodotti, dell'attività innovativa nei settori a elevato contenuto creativo.

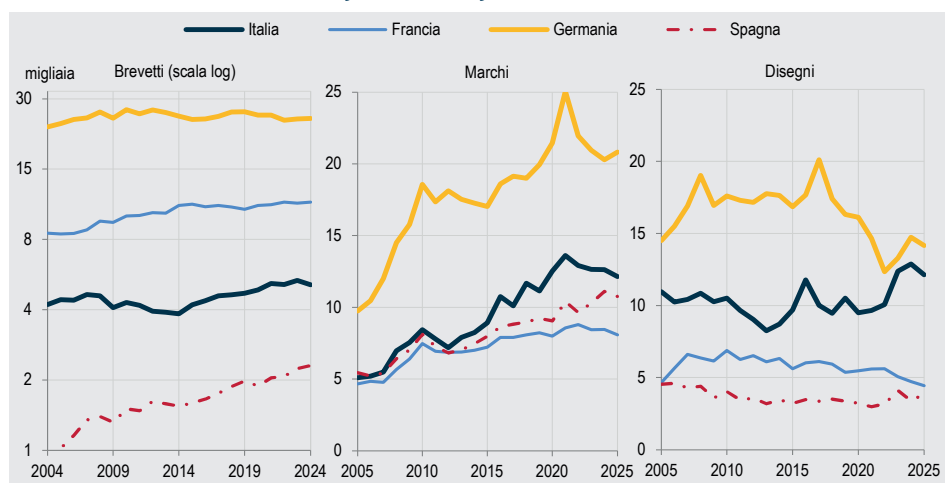
La posizione dell'Italia, valutata attraverso i flussi di domande presentate presso gli uffici europei competenti (*European Patent Office* - EPO per i brevetti; *European Union Intellectual Property Office* - EUIPO per marchi e disegni), a confronto con le altre maggiori economie dell'UE, riflette la permanenza di un modello di specializzazione marcatamente asimmetrico, con una dinamica eterogenea.

Da un lato, persiste un divario rilevante nell'innovazione tecnologica in senso stretto, evidenziato dalla minore attività brevettuale rispetto alla Francia e alla Germania, e da una crescita (del 20,0 per cento tra il 2004 e il 2024, ma solo del 10,0 per cento rispetto al 2007) inferiore sia alla Francia sia, soprattutto, alla Spagna (Figura 1, sinistra).

7 Per convenzione, si considerano congiuntamente il settore pubblico (enti di ricerca) e le università. Il quadro non cambia aggiungendo la quota del settore non profit (di solito accorpato alle imprese).

Dall'altro, il sistema produttivo nazionale mostra un'elevata propensione alla valorizzazione del patrimonio immateriale legato alla forma e all'identità commerciale, coerente con la specializzazione nei settori industriali in cui la tutela degli aspetti estetico-formali del prodotto riveste un rilievo particolare. In entrambi i casi, i volumi dell'Italia sono secondi solo a quelli della Germania, la cui economia ha dimensioni molto maggiori, e tra il 2005 e il 2025 l'evoluzione sia delle registrazioni di marchi sia della pubblicazione di disegni è la migliore nel confronto con le maggiori economie dell'UE: i marchi sono cresciuti del 138,0 per cento (Figura 1, centro), e i disegni di quasi l'11,0 per cento, mentre in Francia, Germania e Spagna sono diminuiti (Figura 1, destra).

**Figura 1** Brevetti presentati presso l'EPO (sinistra), marchi registrati (centro) e disegni pubblicati (destra) presso l'EUIPO da parte di richiedenti nelle maggiori economie dell'UE. Anni 2004-2025 (valori assoluti in migliaia; scala logaritmica)



Fonte: Eurostat, Patent applications to the EPO; EUIPO

Per tutte e tre le dimensioni, infine, è possibile notare la flessione nel corso della Grande recessione (2008-2012) e, di nuovo, negli anni più recenti. Quest'ultima dinamica può segnalare una fragilità di natura strutturale, non solo legata alla debole crescita dell'economia nel biennio 2024-2025.

## 4.2 IL CAPITALE UMANO NEI SETTORI ECONOMICI E SUL TERRITORIO

### 4.2.1 L'evoluzione qualitativa dell'occupazione a livello settoriale

Il cambiamento della struttura produttiva e l'evoluzione delle caratteristiche dell'occupazione, già analizzati a livello nazionale (cfr. paragrafo 4.1), vengono ora approfonditi da una prospettiva settoriale e territoriale, al fine di analizzare le dinamiche differenziali degli occupati per livello di istruzione, qualifiche, esperienza professionale e invecchiamento demografico, rispetto alle peculiari caratteristiche dei settori economici e dei territori<sup>8</sup>.

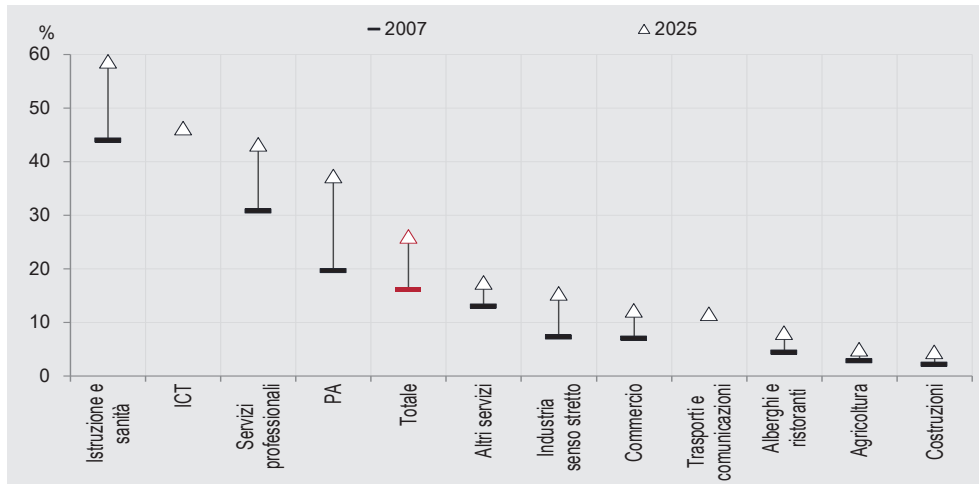
Tra il 2007 e il 2025, il numero di occupati stimato dalla Rilevazione sulle forze di lavoro dell'Istat è aumentato di quasi 1,3 milioni di unità, passando da 22,8 a 24,1 milioni, con un incremento del 5,6 per cento. Nello stesso periodo, gli occupati con titolo terziario

8 Per la definizione di capitale umano, cfr. Glossario. Per ulteriori approfondimenti, cfr. Becker (1964).

sono aumentati di circa il 70 per cento. Tra il 2011 e il 2025, invece, gli occupati inquadri come specialisti e tecnici sono aumentati di circa il +15,0 per cento<sup>9</sup>. Si tratta di cambiamenti sostanziali, nonostante l'Italia sia indietro rispetto alle maggiori economie europee per numero di laureati e di personale qualificato (cfr. paragrafo 4.1.4).

La crescita dell'occupazione con titolo terziario e la sua incidenza sull'occupazione totale hanno interessato tutte le attività economiche, sebbene in modo non uniforme (Figura 4.15).

**Figura 4.15 Occupati con titolo di studio terziario per settore di attività economica. Anni 2007 e 2025**  
(valori percentuali sul totale degli occupati)(a)(b)



Fonte: Istat, Rilevazione sulle forze di lavoro

(a) Nel 2007, i servizi ICT, di trasporto e di magazzinaggio sono compresi nell'aggregato Trasporti e comunicazioni.

(b) Serie non ricostruite, non pienamente confrontabili.

L'incremento maggiore è stato rilevato nei comparti dell'Istruzione e della Salute e assistenza, seguito dall'aggregato delle attività professionali e dall'Industria in senso stretto. In quest'ultimo settore, tuttavia, tra il 2007 e il 2025, gli occupati laureati sono più che raddoppiati, mentre l'occupazione complessiva è diminuita sensibilmente.

Pertanto, la quota di laureati – pure se relativamente modesta – è salita dal 7,2 al 15,5 per cento. Per lo stesso effetto, l'incremento maggiore nell'incidenza dei laureati si osserva nella PA (dal 19,7 al 37,3 per cento), anche se i livelli più elevati si riscontrano nell'aggregato dei servizi di istruzione e sanità, dove il 60,0 per cento del personale ha un titolo terziario, nei servizi ICT e nelle attività professionali (con valori intorno al 45,0 per cento). La crescita degli occupati inquadri come specialisti e tecnici è stata molto più eterogenea tra le attività, risentendo anche della dinamica dell'occupazione nei settori, e, tranne poche eccezioni, non ha comportato aumenti rilevanti dell'intensità di occupazione qualificata (Figura 4.16).

In particolare, le attività aggregate di Istruzione e Sanità e quelle professionali hanno assorbito oltre la metà dell'incremento complessivo: in entrambi i casi, tuttavia, si tratta di un andamento interamente spiegato dalla crescita dell'occupazione complessiva in questi settori, per loro natura ad alta intensità di specialisti e tecnici, come gli altri servizi avanzati (nel caso dei servizi ICT, quasi 4 occupati su 5 appartengono a queste categorie).

<sup>9</sup> Si è scelto di utilizzare il 2011 come riferimento, anno in cui è stata introdotta la nuova Classificazione delle professioni.

**Figura 4.16** Occupati inquadrati come specialisti e tecnici per settore di attività economica. Anni 2011 e 2025 (valori percentuali sul totale degli occupati)(a)

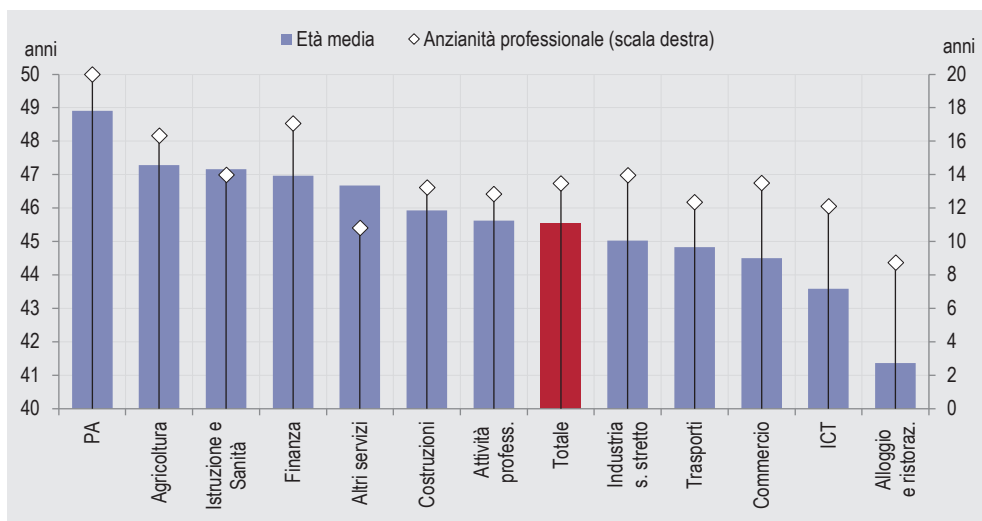


Fonte: Istat, Rilevazione sulle forze di lavoro  
 (a) Nel 2011, i servizi ICT, di trasporto e di magazzinaggio sono compresi nell'aggregato Trasporti e comunicazioni.

Il fenomeno dell'invecchiamento della forza lavoro tra il 2007 e il 2025 (l'età media degli occupati è aumentata di 4,6 anni, da 40,9 a 45,6 anni) interessa l'insieme dei comparti in misura diversa. Il fenomeno, infatti, riflette, da un lato, la dinamica demografica, in congiunzione con il posticipo dell'ingresso nella vita attiva e con gli effetti della riforma pensionistica, e, dall'altro, il diverso dinamismo occupazionale.

Nel 2025, gli occupati con un'età media più avanzata sono nella PA (quasi 49,0 anni), seguita dall'agricoltura (47,3 anni), mentre i più giovani sono nell'aggregato alberghi e ristorazione (sette a forte ricambio occupazionale e con bassa istruzione formale) e nei servizi ICT. All'età anagrafica è parzialmente associata l'anzianità professionale, che, nell'insieme dell'economia, è aumentata di 1,7 anni, fino a 13,5 anni, ma raggiunge i 20,0 anni nella PA, scendendo a 8,7 anni nel comparto della ricettività (Figura 4.17).

**Figura 4.17** Età media e anzianità professionale degli occupati per settore di attività economica. Anno 2025 (in anni)

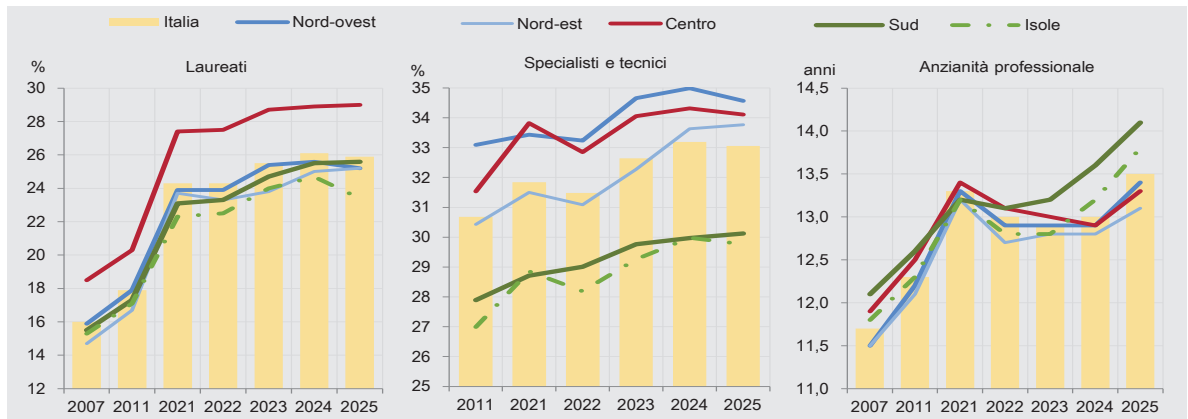


Fonte: Istat, Rilevazione sulle forze di lavoro

## 4.2.2 L'evoluzione del capitale umano sul territorio

Le tendenze rilevate a livello nazionale sull'aumento di laureati, specialisti e tecnici sull'anzianità media degli occupati si riscontrano con relativa omogeneità tra le ripartizioni geografiche italiane, pur mostrando differenze notevoli nei livelli (Figura 4.18).

**Figura 4.18** Occupati laureati (sinistra), specialisti e tecnici (centro) e anzianità professionale (destra) per ripartizione geografica. Anni 2007-2025 (valori percentuali sul totale degli occupati e in anni)(a)



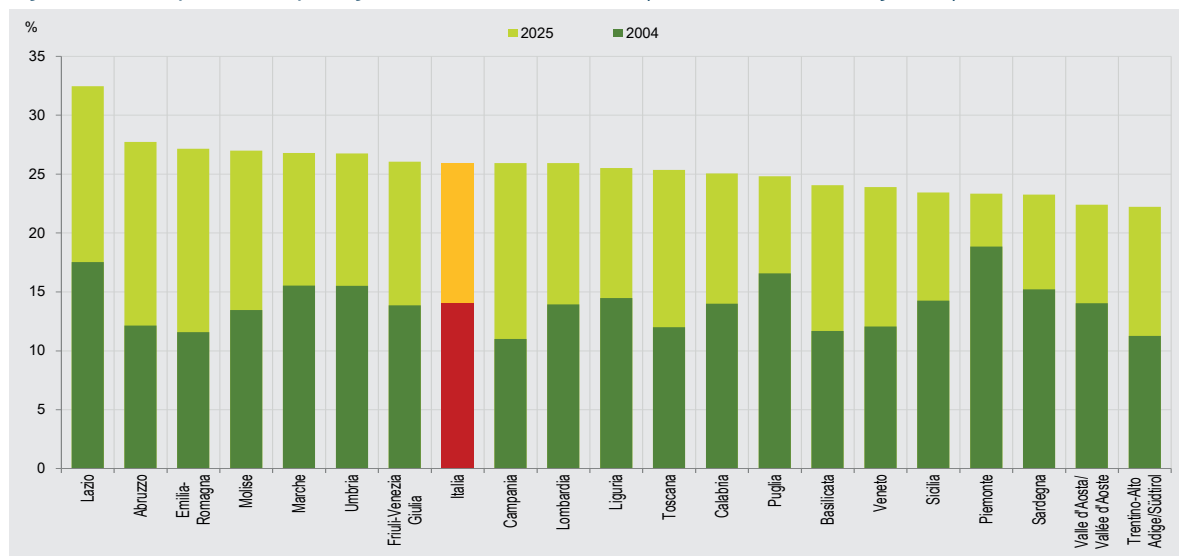
Fonte: Istat, Rilevazione sulle forze di lavoro  
(a) Serie non ricostruite, non pienamente confrontabili.

In particolare, in Italia l'incidenza degli occupati con titolo terziario, riscontrata all'inizio del periodo considerato, resta stabilmente più elevata al Centro, dove pesa l'effetto di attrazione di Roma. Al contrario, l'incidenza dell'occupazione qualificata (tecnici e specialisti) resta inferiore nel Mezzogiorno, mentre nel Nord-est si registra un forte recupero rispetto ai livelli iniziali. L'anzianità professionale, che nel 2021 era convergente in tutte le ripartizioni, si è progressivamente differenziata negli anni più recenti, aumentando in particolare nel Sud e nelle Isole.

A livello regionale, le dinamiche e le differenze sono più variegate. Il Lazio, con un'incidenza di laureati sull'occupazione pari al 32,5 per cento nel 2025, svetta su tutte le altre regioni, quasi raddoppiando il livello rispetto al 2004. Il Piemonte nel 2004 era in prima posizione, ma è la regione in cui gli incrementi sono stati più modesti e attualmente si trova nella parte bassa della distribuzione. I progressi maggiori sono stati realizzati dalla Campania, in linea con la media nazionale, e dall'Abruzzo e dall'Emilia-Romagna, in seconda e terza posizione. Escludendo il Lazio, la variabilità tra le regioni è piuttosto contenuta (Figura 4.19). D'altra parte, la lettura congiunta dell'incidenza dei laureati e dei tassi di occupazione permette di qualificare meglio tali evidenze. Infatti, in un terzo delle regioni il tasso di occupazione supera la media nazionale, mentre la quota di laureati tra gli occupati è inferiore, o al più uguale, al corrispondente valore medio. Rientrano in questa tipologia prevalentemente le regioni del Nord (Lombardia, Veneto, Piemonte, Liguria, Valle d'Aosta/*Vallée d'Aoste* e Trentino-Alto Adige/*Südtirol*) e, nel Centro, la Toscana, dove esistono opportunità di lavoro diffuse che non richiedono un'elevata istruzione formale. Un quarto delle regioni, invece, presenta contemporaneamente un tasso di occupazione e una quota di laureati occupati superiore o in linea con la media nazionale. Si tratta di contesti virtuosi, in grado di generare occupazione e una domanda contestuale di lavoro qualificato, sebbene al loro interno esistano percorsi di crescita differenziati. Appartengono a questo gruppo l'Emilia-Romagna, il Friuli-Venezia Giulia, il Lazio, le Marche, l'Umbria e, l'unica nel Mezzogiorno, l'Abruzzo.

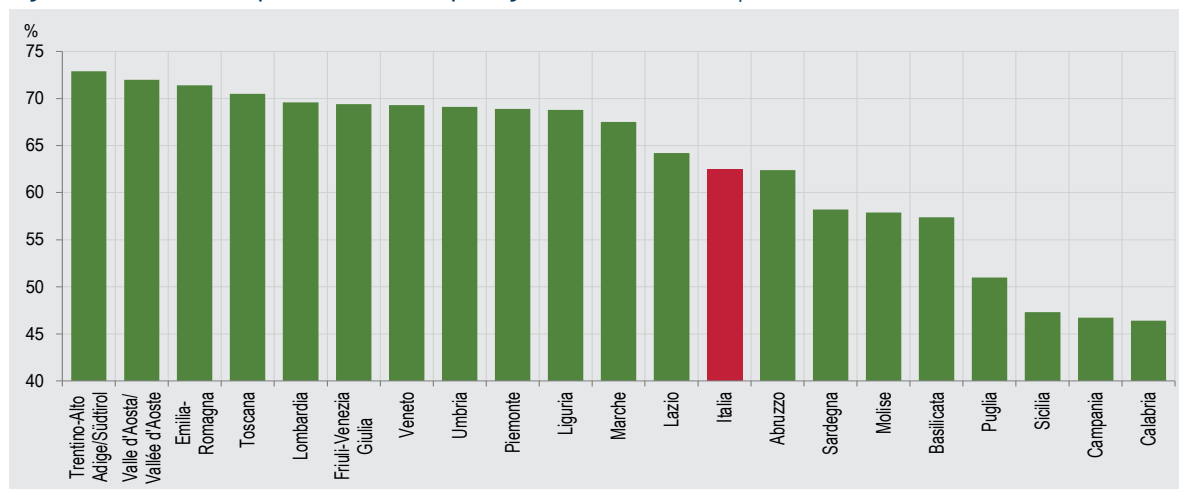
Tutte le regioni del Mezzogiorno, salvo l'Abruzzo e il Molise, presentano valori inferiori alla media nazionale per entrambi gli indicatori, segnale che la bassa capacità di creazione di posti di lavoro complessivi è associata sia a una struttura produttiva meno intensa in conoscenza, sia a una minore domanda di lavoro (Figura 4.20).

Figura 4.19 Occupati laureati per regione. Anni 2004 e 2025 (valori percentuali sul totale degli occupati)(a)



Fonte: Istat, Rilevazione sulle forze di lavoro  
(a) Serie non ricostruite, non pienamente confrontabili.

Figura 4.20 Tasso di occupazione (15-64 anni) per regione. Anno 2025 (valori percentuali)(a)



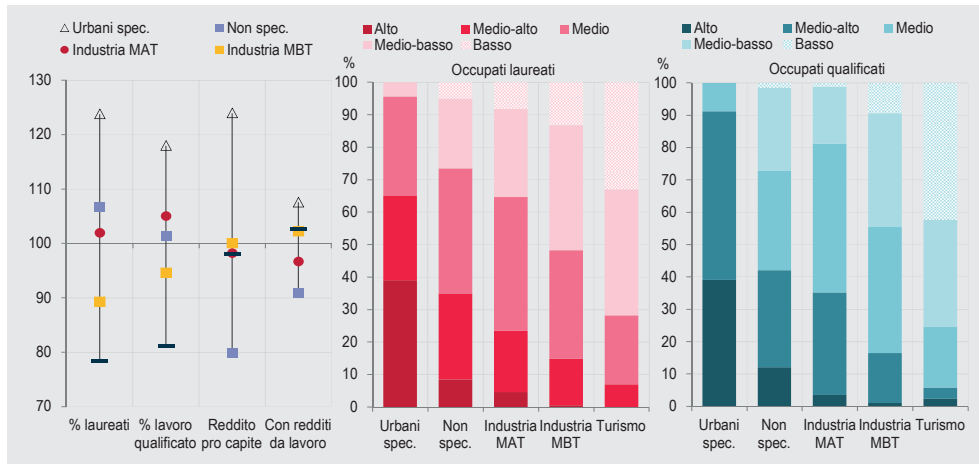
Fonte: Istat, Rilevazione sulle forze di lavoro  
(a) Serie non ricostruite, non pienamente confrontabili.

### 4.2.3 Il capitale umano e la specializzazione territoriale

Il nesso tra vocazione produttiva, caratteristiche del capitale umano impiegato e capacità di generare reddito può essere esplorato a un livello di analisi più fine, considerando come unità territoriali i 515 Sistemi locali del lavoro (SLL; cfr. Glossario) (Istat 2025).

Utilizzando la tassonomia della specializzazione sviluppata dall'Istat (2026), adattata per considerare le differenze tecnologiche nei Sistemi a vocazione industriale, è possibile ottenere un quadro che considera insieme le caratteristiche economiche, di specializzazione e di impiego del capitale umano nei diversi tipi di SLL, sia come valori medi sia come quote di SLL nelle diverse classi di impiego dei laureati e del personale medi sia come quote di SLL nelle diverse classi di impiego dei laureati e del personale inquadrato come tecnico o specialistico (Figura 4.21).

**Figura 4.21** Livello medio di capitale umano, reddito pro capite e da lavoro (sinistra), e impiego di occupati laureati (centro) e di occupati in professioni qualificate (destra) nei Sistemi locali del lavoro per tipo. Anno 2023 (livelli rispetto alla media dei SLL e composizioni percentuali)(a)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati del Sistema Integrato dei Registri statistici e di fonti amministrative

(a) I livelli sono rappresentati per l'insieme della popolazione di ciascun gruppo, mentre le quote di utilizzo del capitale umano sono riferite ai gruppi; le classi sono state definite come intervalli naturali (algoritmo di Jenks). "Industria MAT" e "Industria MBT" si riferiscono ai SLL a vocazione industriale nei settori a tecnologia alta e medio-alta e bassa e medio-bassa.

In particolare, i Sistemi urbani specializzati mostrano un'incidenza di occupati laureati, impiegati con qualifiche professionali elevate e un livello di reddito pro capite (inteso come reddito fiscale lordo) nell'ordine del 20,0 per cento superiore alla media dell'insieme dei SLL. I Sistemi non specializzati (urbani e non) hanno anche quote di occupati laureati e qualificati relativamente elevate, ma in un contesto di bassa capacità di assorbimento del lavoro e, quindi, di basso reddito pro capite; i livelli di occupazione e reddito sono leggermente migliori nel caso dei Sistemi urbani, ma la mancanza di specializzazione non permette un'adeguata valorizzazione del capitale umano (Figura 4.21, destra). Viceversa, i Sistemi classificati come turistici presentano un basso impiego di lavoro qualificato ma un'incidenza di popolazione con redditi da lavoro elevata e, quindi, redditi in linea con quelli medi. Nell'ambito dei Sistemi a vocazione industriale, quelli nei comparti ad alta e medio-alta tecnologia hanno livelli di impiego di manodopera qualificata superiori alla media e a quelli nei comparti a bassa e medio-bassa tecnologia, ma, nell'aggregato, presentano una quota di popolazione con redditi da lavoro inferiore.

I singoli Sistemi all'interno di ciascun gruppo non sono omogenei nell'impiego del capitale umano, anche se la distribuzione riflette quanto osservato sopra. Quasi due terzi di quelli urbani specializzati hanno quote elevate di addetti con titolo terziario e oltre il 90,0 per cento di addetti qualificati. All'altro estremo, meno del 10,0 per cento dei Sistemi turistici presenta un'elevata percentuale di occupati qualificati e laureati.

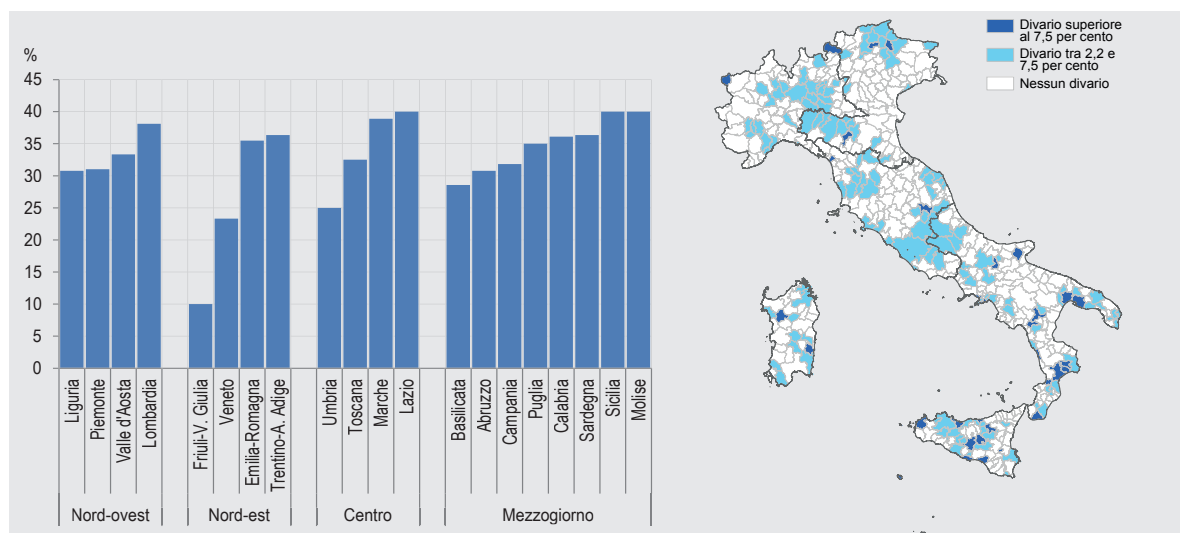
L'eterogeneità territoriale del capitale umano osservata a livello di SLL incide sul reddito pro capite dei residenti: aree con una dotazione più elevata di capitale umano rafforzano

e/o attirano (in un processo cumulativo) nuove attività ad alto contenuto di conoscenza, favorendo la crescita della produttività e dei salari; all'opposto, nei SLL meno dotati prevale l'occupazione a basso valore aggiunto, frenando la crescita reddituale.

Per esplorare questa dimensione, è possibile stimare, tramite un modello statistico di tipo lineare, l'influenza della specializzazione produttiva prevalente, della qualità del capitale umano e del peso occupazionale delle attività intense in conoscenza sul reddito pro capite disponibile, insieme alle caratteristiche del contesto territoriale di riferimento (ripartizione geografica, regione, Città metropolitana).

La relazione lineare tra le variabili sopra illustrate si rivela ampiamente esplicativa (spiega quasi il 90,0 per cento della variabilità del reddito pro capite tra SLL), indicando un nesso significativo tra le grandezze osservate e il reddito, senza tuttavia approfondirne le dinamiche di causalità<sup>10</sup>. La presenza di valori osservati del reddito pro capite disponibili inferiori a quelli stimati può inoltre essere interpretata come un indicatore di potenziale non realizzato, associabile alla dinamicità dell'economia locale. Sul territorio, questa differenza non è rilevante a livello ripartizionale, ma è presente in alcune regioni specifiche, quali Lazio, Sicilia, Molise, Marche e Lombardia (Figura 4.22 sinistra).

**Figura 4.22** Sistemi locali del lavoro che presentano un valore atteso di reddito medio pro capite maggiore rispetto al valore reale (sinistra) e localizzazione per livello di divario rispetto al potenziale (destra). Anno 2023 (valori percentuali)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati del Sistema Integrato dei Registri e di fonti amministrative

A livello territoriale più fine, differenze elevate tra valori osservati e stimati di reddito medio pro capite si riscontrano frequentemente nei SLL non specializzati o con specializzazione a minore intensità tecnologica, in associazione con una bassa dotazione di capitale umano, ma anche in alcuni SLL urbani specializzati e con capitale umano elevato. Il primo caso può suggerire un deficit complessivo nella dotazione di risorse e nel loro impiego, mentre il secondo indica margini di crescita ancora da sfruttare. Quest'ultimo aspetto risulta particolarmente evidente considerando il

<sup>10</sup> La differenza tra i valori predetti (stimati dal modello di regressione) e quelli osservati del reddito pro capite disponibile è qui interpretata come potenziale inespreso. La letteratura di riferimento è la teoria della crescita endogena (cfr. Barro e Sala-i-Martin 1995).

caso di Milano e Roma: sono gli unici SLL cresciuti demograficamente negli ultimi 13 anni e i Sistemi urbani (plurispecializzati) più importanti in Italia, che attirano capitale umano dagli altri SLL in un processo dinamico di valorizzazione. Presentano quindi un divario stimato di crescita pari, rispettivamente, a circa il 7 e il 2 per cento del reddito fiscale lordo pro capite. Un fenomeno simile si osserva in alcuni territori avanzati della Lombardia e dell'Emilia-Romagna, che presentano pertanto ulteriori spazi di crescita stimati in circa il 5 per cento (Figura 4.22, destra).

## 4.3 IL CAPITALE UMANO E L'ATTIVITÀ INNOVATIVA NELLE IMPRESE

Il ruolo del capitale umano viene approfondito come fattore determinante nel rafforzare la capacità delle imprese di innovare. L'analisi si concentra in particolare su tre dimensioni cruciali dei processi innovativi: l'adozione di tecnologie digitali, l'innovazione di prodotto e di processo e le attività di R&S *intra muros*. Sulla base di un ampio insieme di indicatori statistici microfondati, che misurano sia il capitale umano sia la *performance* innovativa delle imprese, viene mostrato come – e in quale misura – le aziende che investono in personale qualificato e laureato siano anche più propense all'attività innovativa in tutte e tre le dimensioni. In particolare, la conoscenza è misurata principalmente dal livello di istruzione (quota di laureati sugli occupati dell'impresa), dalla tipologia di occupazione (quota di specialisti o tecnici), dall'anzianità professionale nell'impresa e dall'età anagrafica (come approssimazione dell'esperienza complessiva). I dati a livello di impresa, riferiti al 2023, derivano dall'aggregazione di informazioni sui singoli lavoratori provenienti da fonti amministrative e da Registri statistici. Per ciascuna delle tre dimensioni menzionate, l'attività innovativa viene quantificata con indicatori specifici e/o di sintesi, partendo da quelli disponibili nella Rilevazione sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nelle imprese per il 2025, sulla loro attività innovativa nel triennio 2022-2024 e sulle attività di R&S e brevettuali svolte dalle imprese nel triennio 2020-2022 e previste in quello successivo, nonché dalla Rilevazione multiscopo qualitativa associata al Censimento permanente delle imprese.

### 4.3.1 Il capitale umano e l'uso delle tecnologie digitali

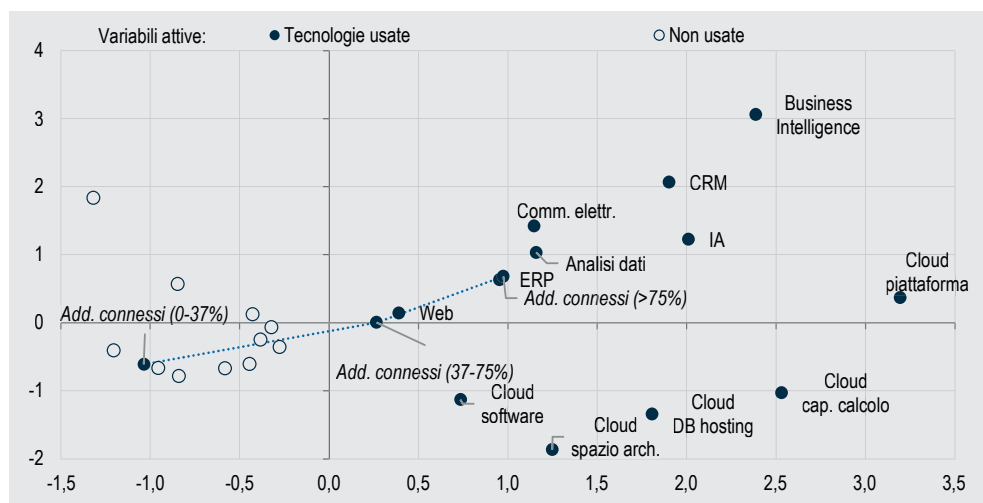
L'adozione delle tecnologie digitali da parte delle imprese rappresenta attualmente la forma più diffusa di innovazione nelle attività economiche. Si tratta di un processo in rapida evoluzione a livello globale, con importanti effetti sulla competitività delle industrie e delle imprese italiane. Tale processo, inoltre, ha ripercussioni rilevanti sulle caratteristiche della domanda di lavoro, sulle competenze richieste ai lavoratori e sulla formazione necessaria per adeguarsi ai nuovi standard tecnologici.

Nel 2025, la totalità delle imprese residenti in Italia con almeno 10 addetti dispone di una connessione Internet e, per disposizione di legge, è obbligata a fatturare elettronicamente, mentre la maggioranza dispone di un sito web. Anche grazie all'adozione di incentivi ad hoc, quasi il 70,0 per cento delle piccole e medie imprese (PMI) accede a servizi informatici sul *cloud*. D'altra parte, tecnologie mature, come i software di gestione dell'informazione, si stanno affermando più lentamente, mentre altre tecnologie digitali sono ancora poco diffuse perché richiedono competenze specifiche (ad esempio, la realizzazione di analisi di dati o di *intelligence* economica) o perché sono molto recenti (ad esempio, l'uso dell'intelligenza artificiale generativa). Alcune tecnologie digitali, inoltre, sono complementari o

la loro adozione è facilitata da altre (ad esempio, il commercio elettronico dalla presenza di un sito web, o la *business intelligence* (BI) dall'uso di ERP e di *Customer Relationship Management* - CRM). In termini generali, il livello e i connotati della digitalizzazione nelle imprese sono fortemente influenzati dalle dimensioni e dai settori dell'attività economica.

Attraverso una tecnica di analisi fattoriale<sup>11</sup> (Figura 4.23) è possibile individuare i comportamenti prevalenti delle imprese nell'uso delle tecnologie digitali e associarli alle caratteristiche dell'impresa, quali, ad esempio, il settore di attività economica, la dimensione e la disponibilità di capitale umano (Figura 4.24).

**Figura 4.23** Rappresentazione fattoriale dell'adozione delle tecnologie digitali nelle imprese con almeno 10 addetti. Anno 2025



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nelle imprese

In particolare, l'asse delle ascisse della Figura 4.23 (fattore principale) spiega oltre il 91,0 per cento della variabilità complessiva contenuta negli indicatori di uso delle tecnologie e può essere interpretato come indicativo dell'intensità di digitalizzazione: la lettura del grafico da sinistra a destra, infatti, evidenzia l'adozione di tecnologie più complesse e meno diffuse. La loro disposizione lungo l'asse offre un riscontro empirico a una tassonomia basata sulla maturità, sul tasso di adozione e sulle competenze richieste (Figura 4.24). L'asse delle ordinate, che spiega una quota ridotta di variabilità (circa l'8 per cento), differenzia le tecnologie, in particolare quelle per l'analisi dei dati (BI, CRM, IA), da quelle infrastrutturali (*cloud computing*).

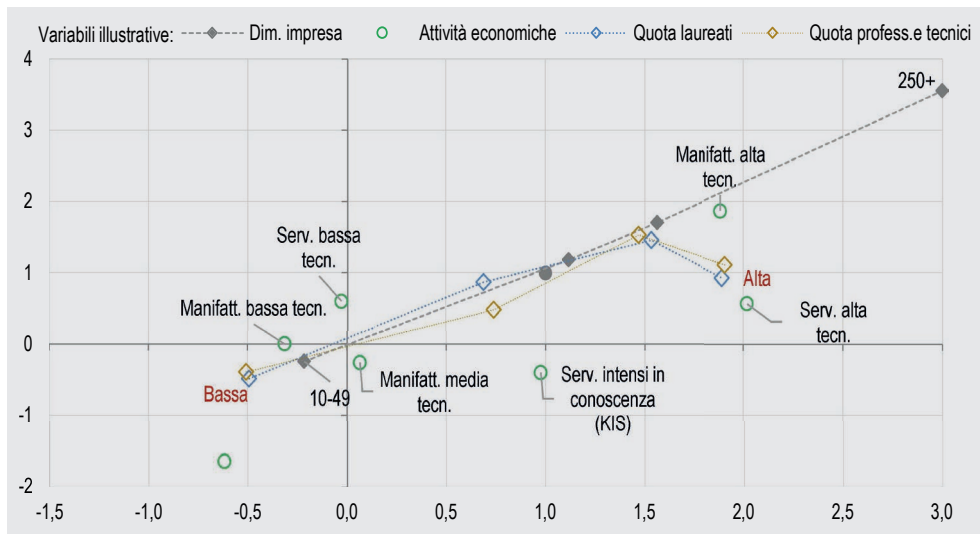
Nel 2025, le tecnologie più rilevanti per l'intensità di digitalizzazione (nell'area destra della Figura) sono le applicazioni *cloud* avanzate (dall'*hosting* di basi di dati alla capacità computazionale fino ai servizi di piattaforma), l'attività di *intelligence* economica e l'uso dell'IA.

<sup>11</sup> Questa tecnica statistica multivariata permette di rappresentare gli indicatori mediante variabili sintetiche (fattori), ottenute come combinazioni lineari delle variabili originarie. I fattori sono ordinabili in base alla quota spiegata della variabilità complessiva degli indicatori (inerzia) e possono essere rappresentati come gli assi di un piano cartesiano: le coordinate degli indicatori indicano il loro contributo al primo e al secondo fattore, in ordine di importanza. Anche le singole unità economiche e/o i settori e le caratteristiche di classificazione utilizzate possono essere rappresentati sul piano come variabili illustrative (cioè non utilizzate direttamente nella definizione dei fattori). Per la natura qualitativa degli indicatori, in questo esercizio è stata utilizzata l'analisi delle corrispondenze multiple (ACM).

La rilevanza relativa delle tecnologie si modifica anche rapidamente nel tempo: nel caso dell'Italia, in particolare, tra 2023 e 2025, il complessivo avanzamento nella digitalizzazione e, soprattutto, delle tecnologie a minore diffusione (per l'IA è passata dal 5,0 al 16,4 per cento) ha comportato un ribilanciamento del ruolo dei singoli indicatori. D'altra parte, come illustrato nell'approfondimento "I pattern di adozione delle tecnologie digitali in Italia, Canada e Svezia", la collocazione approssimativa degli indicatori sul piano risulta molto simile in questi (e in altri) paesi, a indicare che le caratteristiche del processo di digitalizzazione presentano forti elementi comuni, a prescindere dalle strutture produttive e dai livelli di digitalizzazione.

Considerando l'adozione delle tecnologie digitali associata alle caratteristiche dell'impresa (Figura 4.24), si osserva che le imprese di maggiori dimensioni e operanti in settori di attività economica più avanzati tecnologicamente presentano, in media, livelli di digitalizzazione più elevati<sup>12</sup>, e lo stesso accade per quelle con quote più alte di laureati e di tecnici e specialisti tra gli addetti<sup>13</sup>. È anche notevole che queste stesse dimensioni siano tra loro associate. Infatti, sul piano, i livelli di istruzione medi, l'incidenza del personale qualificato, l'intensità di conoscenza delle attività economiche e la dimensione dell'impresa crescono tutti al crescere del livello di digitalizzazione; nel caso dell'istruzione e delle professioni, addirittura, si sovrappongono. Le variabili di anzianità professionale e anagrafica, associate all'esperienza lavorativa, si collocano prossime all'origine (differiscono molto poco in relazione alla digitalizzazione) e non sono riportate per facilitare la leggibilità della Figura.

**Figura 4.24** Rappresentazione fattoriale delle caratteristiche delle imprese con almeno 10 addetti in relazione all'adozione delle tecnologie digitali. Anno 2025



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nelle imprese

<sup>12</sup> Come nel paragrafo 4.1.1, le attività sono raggruppate per livello tecnologico secondo la tassonomia di Eurostat.

<sup>13</sup> Va tenuto presente che più di due terzi delle imprese hanno una bassa quota di laureati (meno del 13,0 per cento degli addetti) e solo per poco più dell'11,0 per cento è alta o medio alta (superiore al 31,0 per cento degli addetti); data la forte sovrapposibilità tra le due variabili, le quote e le soglie per specialisti e tecnici sono molto simili.

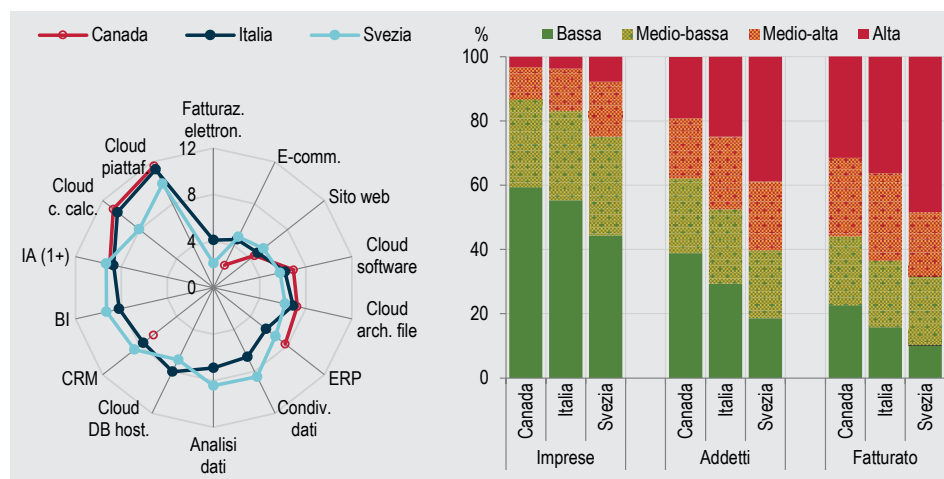
## I PATTERN DI ADOZIONE DELLE TECNOLOGIE DIGITALI IN ITALIA, CANADA E SVEZIA

Nell'ambito delle attività del gruppo di lavoro dell'Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) su misure e analisi dell'economia digitale (*Working Party on Digital Economics, Measurement, and Analysis - WPDEMA*), l'Istat ha promosso la realizzazione di uno studio comparativo a livello internazionale sulle caratteristiche della digitalizzazione (con la stessa metodologia illustrata nel paragrafo 4.3.1, ma con dati riferiti al 2023), di cui sono disponibili i risultati preliminari per cinque paesi con caratteristiche e livelli di digitalizzazione diversi: Italia, Canada, Messico, Svezia e Regno Unito.

Si rileva che, in tutti e cinque i paesi, le caratteristiche della digitalizzazione presentano tratti generali comuni, indipendenti dalle specificità dei rispettivi sistemi produttivi. Infatti, seppure con una disponibilità di indicatori non omogenea, questi paesi si dispongono nelle stesse aree del piano fattoriale, e la larga maggioranza della variabilità complessiva degli indicatori è spiegata dal fattore principale che misura l'intensità della digitalizzazione.

L'analisi, circoscritta all'Italia, al Canada e alla Svezia, che presentano caratteristiche di comparabilità statistica più elevate, evidenzia che la rilevanza dei singoli indicatori nel determinare l'intensità di digitalizzazione è molto simile tra i tre paesi (Figura 1, sinistra). La classificazione delle imprese in base alle caratteristiche dei processi di digitalizzazione (*cluster analysis*) ha inoltre permesso di identificare, in ciascuno dei paesi, quattro gruppi di imprese per livello di digitalizzazione, simili per caratteristiche tra i paesi (confermando che i processi di digitalizzazione seguono percorsi dello stesso tipo), ma diversi per il loro peso nelle rispettive economie.

Figura 1 Punteggio normalizzato delle variabili nell'indice di digitalizzazione (sinistra) e imprese, addetti e fatturato per classe di digitalizzazione (destra), in Italia, Canada e Svezia. Anno 2023 (valori con totale=100 e composizioni percentuali) (a)



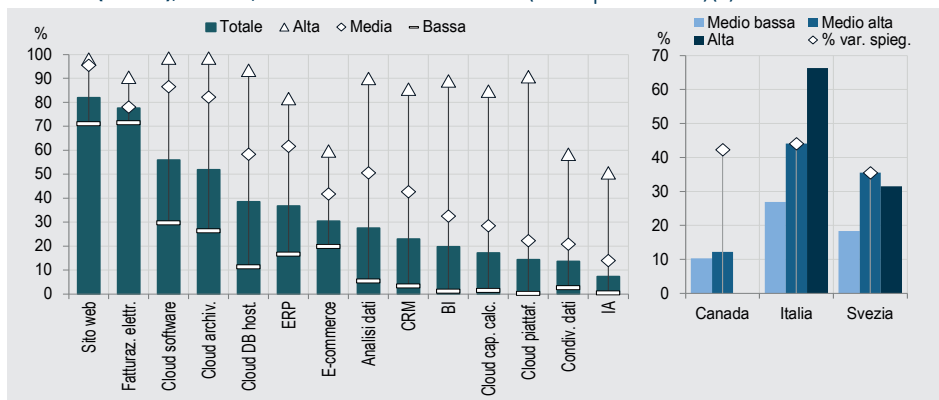
Fonte: Istat, Elaborazioni su dati Istat, Statistics Canada e Statistics Sweden (SCB)

(a) Il punteggio di ciascun indicatore è ottenuto dalla standardizzazione del livello di digitalizzazione (primo fattore) da 0 (nessuna tecnologia adottata) a 100 (tutte le tecnologie adottate) e, per il Canada, ripesando le variabili con i punteggi medi dell'Italia e della Svezia per le variabili omesse.

Le differenze tra i paesi nel contributo al sistema economico dei vari profili di digitalizzazione delle imprese riflettono sia lo stato di avanzamento della digitalizzazione, sia le caratteristiche della struttura produttiva in termini di dimensioni e specializzazione. Le imprese altamente digitalizzate rappresentano tra il 3,0 e il 4,0 per cento del totale in Canada e in Italia, ma quasi l'8,0 per cento in Svezia.

Relativamente al ruolo delle imprese di maggiore dimensione nei processi di digitalizzazione, in tutti e tre i paesi il peso delle unità ad alta digitalizzazione sugli addetti e sul fatturato è nettamente superiore alla quota di imprese (Figura 1, destra). Nelle tre economie considerate, inoltre, la maggioranza delle imprese ad alta digitalizzazione utilizza anche le tecnologie meno diffuse, ma il gruppo assai più numeroso delle imprese con bassa digitalizzazione (in Canada e in Italia circa il 55 per cento del totale) ha tuttora livelli di adozione molto limitati per la maggiore parte delle tecnologie, con un divario fino a oltre 80 punti rispetto alle prime per quelle più sofisticate (Figura 2, sinistra). Infine, le imprese con alta digitalizzazione presentano anche un livello di fatturato per addetto (*proxy* della produttività) notevolmente superiore rispetto a quelle meno digitalizzate della stessa classe dimensionale e settore di attività, considerato a livello di divisione (Figura 2, destra).

**Figura 2** Imprese per classe di digitalizzazione e livello di adozione per tipo di tecnologia (sinistra) e vantaggi in termini di fatturato per addetto rispetto alla classe a bassa digitalizzazione (destra), in Italia, Canada e Svezia. Anno 2023 (valori percentuali)(a)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati Istat, Statistics Canada e Statistics Sweden (SCB)

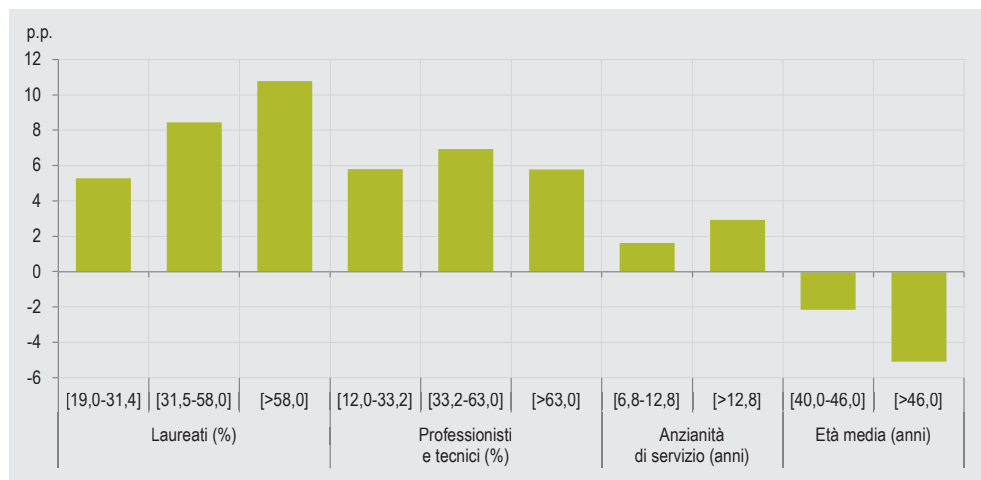
(a) Per le variabili non rilevate in Canada, la media comprende solo l'Italia e la Svezia. La quota di variabilità della produttività spiegata corrisponde al valore del coefficiente di determinazione ( $R^2$ ) corretto. Per il Canada non è riportata la differenza rispetto al gruppo ad alta digitalizzazione, perché ha significatività inferiore al 95,0 per cento.

L'associazione tra il capitale umano e il livello di digitalizzazione può essere analizzata anche tramite un modello statistico che mette in relazione l'intensità della digitalizzazione nelle imprese con quattro caratteristiche: addetti per livello di istruzione, posizione professionale, anzianità professionale ed età. Il modello si basa su una regressione in cui la variabile dipendente è un indice sintetico di digitalizzazione, che varia da 0 a 100 ed è determinato dal primo fattore per importanza<sup>14</sup>.

I risultati ottenuti dalla stima del modello mostrano che, a parità di altre caratteristiche, l'istruzione si associa a livelli più elevati di digitalizzazione, che, nel gruppo di imprese con l'incidenza di laureati più elevata, corrispondono a quasi 11 punti percentuali aggiuntivi nell'indice di digitalizzazione rispetto alle imprese che si trovano nella classe più bassa (con meno del 19,0 per cento di laureati). L'incidenza del personale qualificato è rilevante, ma in misura meno marcata (circa 6 punti rispetto a chi ha meno del 12,0 per cento di occupati con queste qualifiche), e un aumento più modesto del valore dell'indice (fino a 3 punti percentuali) è associato anche all'esperienza professionale, mentre l'età media degli addetti ha un impatto negativo crescente (Figura 4.25).

14 L'indice sintetico è una combinazione lineare delle 13 tecnologie, a ciascuna delle quali è attribuito un punteggio, la cui somma è 100: un'impresa che non adotta nessuna delle tecnologie avrà punteggio zero, mentre una che le adotta tutte avrà punteggio 100. Le caratteristiche degli addetti sono raggruppate per classi: l'analisi quantifica la variazione dell'indice rispetto al gruppo base (minore incidenza di laureati, lavoratori qualificati, anzianità ed età), al netto della dimensione aziendale (*log* addetti), del settore di attività economica (*61 dummy*) e della produttività (valore aggiunto per addetto).

**Figura 4.25** Caratteristiche degli addetti e livello di digitalizzazione delle imprese con almeno 10 addetti. Anno 2025 (differenze in punti percentuali rispetto alla classe più bassa)(a)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nelle imprese, del Sistema Integrato dei Registri e di fonti amministrative

(a) Il livello di digitalizzazione varia da 0 a 100. Tutte le variabili sono significative al 99,0 per cento.

Si rileva un impatto positivo e significativo anche della dimensione e della produttività aziendali (non rappresentate in Figura). Questi risultati sono comparabili a quelli presentati nell'approfondimento "Il capitale umano e l'adozione dell'intelligenza artificiale nelle piccole e medie imprese", in cui si analizza il ruolo degli indicatori delle competenze degli addetti, insieme a quello dei possibili precursori tecnologici, nella diffusione dell'IA, riconosciuta come la più dirompente tra le tecnologie emergenti.

Un'altra interessante prospettiva di analisi, per comprendere meglio le trasformazioni in atto nell'adozione delle tecnologie digitali da parte delle imprese, riguarda il ruolo delle interconnessioni tra tecnologie, anche in relazione all'impatto atteso sulla produttività (cfr. paragrafo 4.4). Partendo dalla presenza congiunta di più tecnologie (co-occorrenze) a livello di impresa, è possibile visualizzare una mappa delle interdipendenze tra queste, utilizzando un'analisi statistica basata sul metodo delle reti bayesiane (cfr. Glossario). Queste consentono sia di visualizzare le variabili più connesse tra loro ("cricche") e quelle cruciali per più processi (nodi maggiormente connessi), sia di individuare i percorsi più significativi (sequenze logiche) tra le variabili. Il grafico in Figura 4.26 consente di identificare i percorsi di digitalizzazione, ovvero le sequenze di tecnologie che le imprese tendono ad adottare, nonché i fattori cruciali, ossia le tecnologie che incidono maggiormente sull'acquisizione di altre tecnologie.

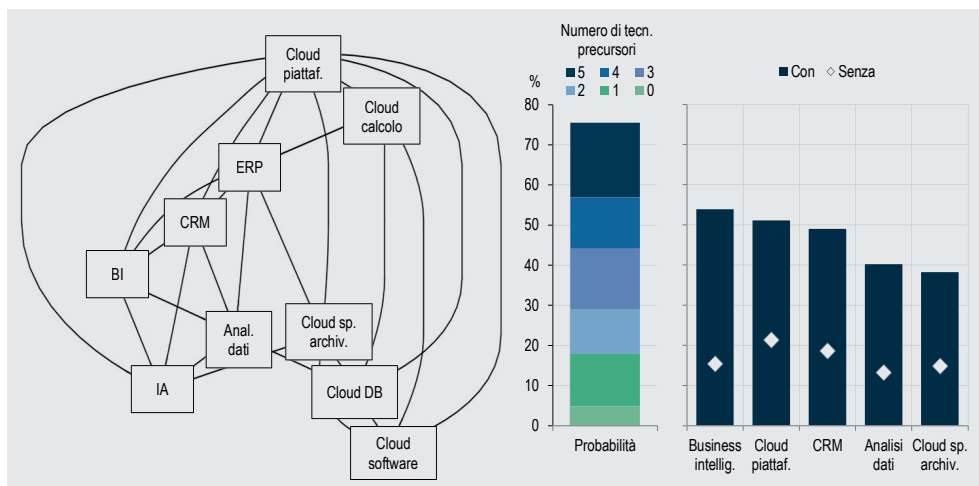
L'analisi delle interdipendenze individua due gruppi di variabili tra loro molto interconnesse. Un primo gruppo è costituito dalle variabili relative all'uso dei servizi *cloud*. Sono variabili infrastrutturali e quindi adottate come base per implementare concretamente le tecnologie utilizzate nella gestione aziendale, ossia nella gestione e nell'analisi dei flussi informativi (ERP, CRM, analisi dei dati e *intelligence* economica).

Le variabili sull'utilizzo di tecnologie per la gestione di processi e dati aziendali (ERP, CRM, BI, analisi dei dati) costituiscono il secondo gruppo fortemente interconnesso. L'integrazione tra ERP (pianificazione delle risorse), CRM (gestione dei clienti) e BI (analisi dei dati per facilitare le decisioni) è cruciale per la moderna gestione aziendale.

Infine, si evidenzia la natura terminale del nodo dei servizi *cloud* di piattaforma e dell'IA (Figura 4.26, sinistra). Quest'ultima si colloca a valle di ogni altra tecnologia aziendale,

ricevendo dati da piattaforme eterogenee – non solo dai sistemi ERP, CRM, BI e di analisi dei dati, già orientati a raccordare e interpretare l'informazione, ma anche da sensori *Internet of Things* (IoT), dalla stampa 3D e dalla robotica. L'IA si propone come punto di integrazione ed elaborazione dei flussi informativi provenienti dalle altre tecnologie, correlando domini apparentemente separati e restituendo previsioni e ottimizzazioni utili al decisore umano. Nel caso dell'IA, di particolare interesse, è la possibilità di stimare il contributo alla probabilità che venga adottata delle cinque variabili a questa direttamente connesse (predecessori BI, servizi *cloud* di piattaforma e per spazio di archiviazione, CRM, analisi dei dati): questo aumenta dal 4,8 per cento in assenza di predecessori, fino al 75,5 per cento quando sono presenti tutte e cinque le tecnologie, con impatti più elevati per quelle più sofisticate di BI e impiego del *cloud* come piattaforma (Figura 4.26, destra).

**Figura 4.26** Rete bayesiana delle interconnessioni tra tecnologie digitali (sinistra) e probabilità di adozione dell'IA condizionata alla presenza di tecnologie precursori (destra). Anno 2025 (valori percentuali)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nelle imprese, del Sistema Integrato dei Registri e di fonti amministrative

## IL CAPITALE UMANO E L'ADOZIONE DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLE PICCOLE E MEDIE IMPRESE

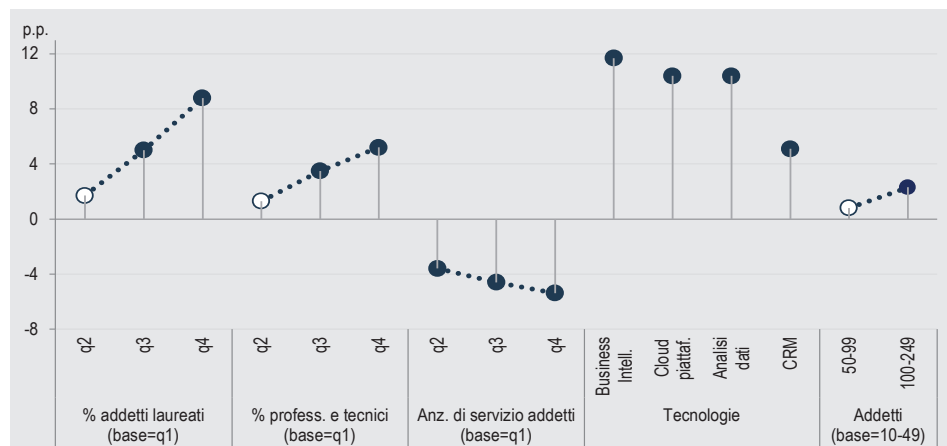
La quota di imprese con almeno 10 addetti che hanno utilizzato almeno una tecnologia di IA è più che triplicata tra il 2023 e il 2025, raggiungendo il 16,4 per cento (cfr. paragrafo 4.1.4). La diffusione è però molto diversa per dimensione di impresa – dal 14,2 per cento tra le piccole imprese fino a 49 addetti, al 27 per cento per quelle medie, fino al 53 per cento tra le imprese con almeno 250 addetti – e più della metà delle imprese con meno di 250 addetti che hanno considerato l'utilizzo dell'IA, senza però adottarla, ha segnalato come ostacolo principale la mancanza di competenze.

Di seguito si propone una stima dell'associazione tra l'adozione di una o più tecnologie di IA e il capitale umano nelle imprese con 10-249 addetti, considerando anche il contributo di alcune loro caratteristiche strutturali, e la complementarità con l'adozione di altre tecnologie digitali avanzate. La stima è realizzata attraverso un'analisi di regressione logistica, integrando le informazioni della Rilevazione dell'Istat sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nelle imprese (ICT) del 2025 con quelle derivate dai Registri statistici e dalle fonti amministrative relative al 2023.

In dettaglio, nell'analisi si considerano come *proxy* delle competenze degli addetti l'istruzione (espressa come quota di addetti con titoli terziari), l'inquadramento professionale (quota di addetti inquadrati come specialisti o tecnici) e l'esperienza lavorativa (espressa come anzianità media degli addetti nel ruolo in azienda). Il modello include anche le variabili relative all'adozione delle tecnologie digitali, identificate in precedenza come più direttamente associate all'impiego dell'IA. Infine, il modello di regressione include variabili di controllo a livello regionale e settoriale coerenti con i domini della Rilevazione ICT.

Riguardo al capitale umano, i risultati mostrano un'associazione statisticamente robusta tra il livello di istruzione dei lavoratori, la quota di addetti inquadrati in professioni qualificate e la propensione all'uso dell'IA. A confronto con le imprese nei quarti inferiori delle rispettive distribuzioni (base), collocarsi nel quarto superiore accresce il tasso di adozione di 8,8 punti percentuali per l'istruzione e di 5,2 punti percentuali per l'inquadramento professionale. Nel caso dell'IA, diversamente dal processo di digitalizzazione in senso più ampio, all'aumentare dell'anzianità nella posizione in azienda (*tenure*), la propensione tende a diminuire: una forza lavoro mediamente meno cristallizzata nelle proprie mansioni, a parità di altre condizioni, rappresenta un vincolo minore all'adozione dell'IA. Un risultato coerente con questa osservazione si ottiene considerando, tra le variabili esplicative del modello, l'età degli addetti, in alternativa alla *tenure*. Oltre a una generale minore disponibilità di risorse finanziarie, manageriali e organizzative, la più bassa propensione delle PMI è verosimilmente dovuta anche ai costi connessi a un efficace sfruttamento delle nuove tecnologie: nelle PMI una propensione nettamente maggiore all'adozione di tecnologie IA è associata all'uso delle tecnologie selezionate, con incrementi superiori ai 10 punti per tre su quattro di queste (Figura 1).

Figura 1 Caratteristiche di addetti e imprese e probabilità di adottare tecnologie IA nelle PMI. Anni 2023 e 2025 (differenze in punti percentuali rispetto alla base)(a)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nelle imprese e del Sistema Integrato dei Registri

(a) La Figura mostra gli effetti marginali stimati dal modello di regressione logistica sulla probabilità di utilizzo delle tecnologie IA. Le variabili relative alle caratteristiche degli addetti sono categorizzate in quarti; per quelle non significative al 5,0 per cento, l'indicatore è colorato in bianco.

Tra i risultati non riportati in Figura 1, le stime evidenziano che la propensione all'adozione è maggiore nei servizi ad alta intensità di conoscenza (tra cui i servizi ICT e le attività professionali, scientifiche e tecniche) e nelle imprese esportatrici, mentre non si osservano effetti significativi dell'età dell'impresa, della produttività del lavoro e dell'appartenenza a un gruppo (sia esso domestico o multinazionale), una volta controllati congiuntamente tutti i fattori (Ropele e Tagliabracci, 2026). Infine, il ruolo del livello di istruzione e della quota di addetti inquadrati in professioni qualificate è confermato anche nel caso in cui si restringa l'analisi alle imprese che hanno investito in IA generativa (sia per il linguaggio scritto o parlato, sia per immagini, video, suoni o audio).



### 4.3.2 Il capitale umano e l'innovazione nelle imprese

In questo paragrafo si approfondiscono i rapporti tra la realizzazione di innovazioni tecnologiche di processo e di prodotto nelle imprese e le caratteristiche del capitale umano presente nelle aziende. Il capitale umano riveste un ruolo particolarmente rilevante nei processi di innovazione tecnologica, ma risulta complesso da analizzare e interpretare. Se da un lato la possibilità di contare su una quota più ampia di lavoratori con istruzione universitaria e competenze professionali e tecniche elevate dovrebbe aumentare le probabilità di successo delle attività di innovazione, dall'altro il modo in cui l'esperienza lavorativa interna all'impresa (*job tenure*) e l'età degli addetti influiscono sulla propensione all'innovazione è meno diretto e più incerto<sup>15</sup>. L'analisi adotta un modello statistico di tipo logistico finalizzato a misurare l'effetto che le quattro componenti del capitale umano considerate in precedenza esercitano sulla probabilità che l'impresa introduca una determinata innovazione<sup>16</sup>.

I risultati ottenuti confermano che la quota di laureati esercita un effetto positivo statisticamente significativo sulla propensione a innovare, qualsiasi sia il tipo di innovazione considerato: a un incremento di 10 punti percentuali nella quota di personale laureato è associato in media un incremento di circa 3,8 punti percentuali della probabilità di introdurre un'innovazione di prodotto e di circa 3 punti di introdurre un'innovazione di processo, mentre l'incremento della probabilità di effettuare entrambe le tipologie di innovazione si colloca al 3,4 per cento. Anche la quota di addetti qualificati (specialisti e tecnici, secondo la Classificazione delle professioni) presenta un legame positivo con la probabilità di innovazione, ma l'impatto marginale medio è molto più contenuto. L'effetto stimato di un aumento di 10 punti percentuali della quota di lavoratori di questa categoria oscilla tra 0,7 punti percentuali per l'innovazione di processo e 1,5 punti percentuali per quella di prodotto. Infine, l'esperienza lavorativa interna all'impresa (*job tenure*) ha effetti marginali negativi sulla propensione all'innovazione, ma mai significativamente diversi da zero, mentre l'impatto marginale dell'età anagrafica è generalmente negativo: l'incremento di un anno dell'età media degli addetti è associato a una riduzione di circa 0,3 punti percentuali della probabilità di innovazione di prodotto e di 0,7 punti percentuali dell'innovazione di processo (Figura 4.27).

Come già rilevato, la relazione tra età anagrafica e innovazione non è uniforme: l'effetto di un aumento di un anno dell'età media dei lavoratori sulla propensione all'innovazione delle imprese varia a seconda dell'età a partire dalla quale tale variazione è calcolata. Questo aspetto può essere apprezzato considerando i valori attesi delle probabilità di intraprendere un determinato tipo di innovazione in funzione di differenti livelli (compresi tra 30 e 50 anni) dell'età media dei lavoratori.

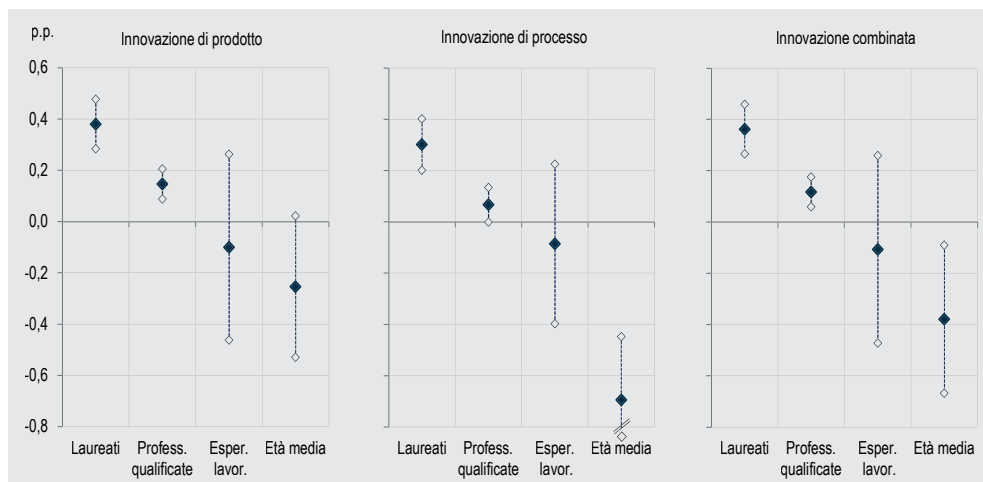
Qualsiasi sia il tipo di innovazione considerata, la relazione tra l'età anagrafica e la propensione all'innovazione non è lineare. Per livelli più contenuti di anzianità media, un aumento dell'età anagrafica nella forza lavoro si associa a un incremento della probabilità di innovazione dell'impresa, ma oltre una determinata soglia di anzianità media

15 Valori più elevati di *job tenure* possono indicare un maggiore livello di esperienza e la presenza di gruppi di lavoro coesi (aspetti di per sé favorevoli anche nei processi di innovazione), ma anche un contesto organizzativo consolidato e meno propenso al cambiamento. In modo simile, l'età elevata dei lavoratori si associa alla loro esperienza, ma anche al declino della creatività, a una minore disponibilità al cambiamento, all'obsolescenza delle conoscenze acquisite.

16 L'associazione tra variabili di capitale umano e *performance* innovativa è rappresentata come la variazione attesa della probabilità che un'impresa realizzi un determinato tipo di innovazione (di prodotto, di processo o combinata) al variare di ciascuna componente (effetto marginale medio), al netto dell'effetto di tutte le altre variabili strutturali, di comportamento e di *performance* incluse nell'analisi. Per la stima, i dati della Rilevazione sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nelle imprese per il triennio 2022-2024 sono integrati con informazioni provenienti da fonti amministrative e dai Registri statistici, relative al 2023.

degli occupati si registra una riduzione della propensione all'innovazione. Questa soglia può essere interpretata come il punto oltre il quale i vantaggi derivanti dall'accumulo di esperienza lavorativa legati all'età non compensano più gli svantaggi già evidenziati.

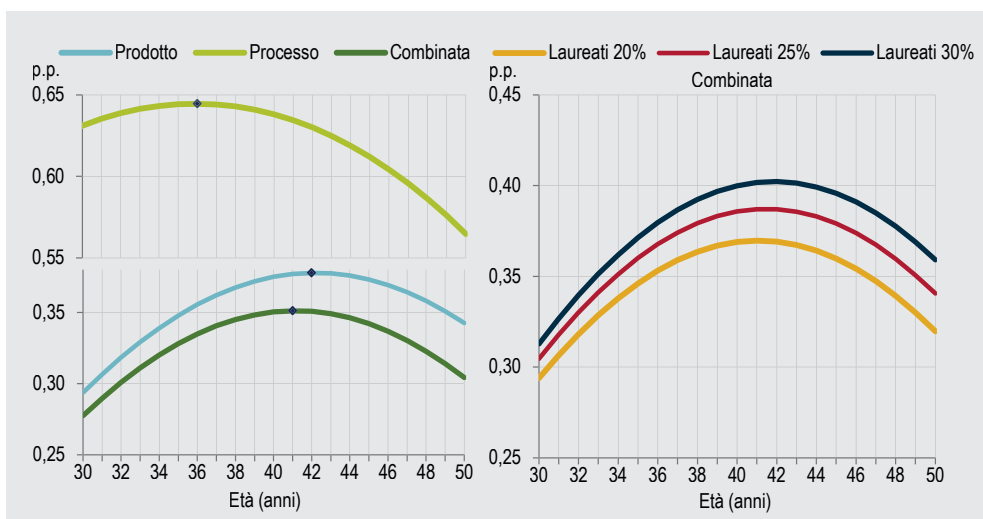
**Figura 4.27** Caratteristiche degli addetti e attività innovative nelle imprese con almeno 10 addetti per tipo di innovazione. Triennio 2022-2024 (valori in punti percentuali)(a)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nelle imprese, del Sistema Integrato dei Registri e di fonti amministrative  
 (a) Effetti marginali medi degli incrementi delle quote di addetti laureati e in professioni qualificate, degli anni di esperienza lavorativa e dell'età.

Il livello critico è stimato intorno ai 36 anni per l'innovazione di processo e tra i 41 e i 42 anni, rispettivamente, per quelle di prodotto e per quella combinata prodotto-processo (Figura 4.28, sinistra).

**Figura 4.28** Associazione tra età media degli addetti e probabilità di innovazione per tipo (sinistra) e, per l'innovazione combinata, per livelli della quota di addetti con titoli terziari (destra). Triennio 2022-2024 (valori in punti percentuali)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nelle imprese, del Sistema Integrato dei Registri e di fonti amministrative

Questi valori assumono particolare interesse quando confrontati con la distribuzione effettiva dell'età: nel 2023, oltre il 60,0 per cento delle imprese di industrie e servizi con almeno 10 addetti presentava un'età media dei lavoratori pari o superiore a 42 anni, e quindi superiore anche ai livelli critici stimati. In altri termini, l'età media dei lavoratori della maggior parte delle imprese corrisponde a tratti decrescenti della relazione stimata tra età e propensione all'innovazione; di conseguenza, l'aumento dell'età media è associato alla previsione di una riduzione della propensione all'innovazione (come evidenziato dal segno negativo degli effetti marginali dell'età, rappresentati nella Figura 4.28, sinistra).

Tale aspetto può avere implicazioni rilevanti sulle prospettive di crescita della produttività e dell'innovazione del sistema economico italiano, alla luce dell'accelerazione del processo di invecchiamento della forza lavoro. Al fine di evidenziare come un aumento dell'istruzione terziaria potrebbe compensare l'effetto dell'invecchiamento, la relazione tra l'età e la probabilità di realizzare un'innovazione combinata di prodotto e processo è stata stimata in tre scenari corrispondenti alle quote di lavoratori con istruzione terziaria: 20,0 per cento (scenario che corrisponde all'incirca alla quota di laureati osservata), 25,0 per cento e 30,0 per cento.

I potenziali vantaggi derivanti dalla disponibilità di una quota più elevata di lavoratori con istruzione terziaria appaiono non trascurabili. In corrispondenza, ad esempio, di un'età di 43 anni (prossima al valore mediano osservato nel 2023), un aumento della quota di lavoratori laureati è associato a un incremento della propensione all'innovazione di circa 1,8 punti percentuali nello scenario intermedio e di 3,3 punti percentuali nello scenario con un'incidenza di laureati pari al 30,0 per cento (Figura 4.28, destra).

L'attività innovativa non è strategica solo nei comparti più avanzati dell'economia, ma anche in settori maturi, dove, in generale, ha una diffusione minore, seppure non meno essenziale per la sopravvivenza e lo sviluppo delle aziende.

Un caso emblematico in questo ambito è quello del settore agricolo, caratterizzato da una riduzione del numero di operatori e da un'età media più elevata.

## LA PROPENSIONE ALL'INNOVAZIONE E IL CAPITALE UMANO IN AGRICOLTURA

Con la prima edizione dell'Indagine multiscopo sulle aziende agricole, nell'ambito del Censimento permanente dell'agricoltura (anno 2024), l'Istat si è dotato di un nuovo strumento statistico concepito per offrire una lettura ampia e integrata del settore agricolo italiano, utile tanto ai decisori pubblici quanto agli operatori del settore.

L'Indagine, oltre alle informazioni strutturali sulle imprese, raccoglie opinioni, aspettative e strategie degli agricoltori in diversi ambiti: i fattori di rischio per la stabilità aziendale; le attività connesse, come misura della diversificazione del reddito; l'innovazione, con riferimento agli investimenti e all'adozione di tecnologie dell'agricoltura 4.0; la sostenibilità, attraverso le pratiche ambientali; le risorse idriche, con riferimento all'efficienza nell'uso dell'acqua e alla gestione della siccità.

Il tema dell'innovazione, in particolare, è cruciale in un settore maturo come quello agricolo. In questo approfondimento si mettono in relazione i dati sull'innovazione con quelli relativi alle caratteristiche delle imprese e dei lavoratori, evidenziandone le competenze, le qualifiche e le esperienze lavorative. Tale analisi è svolta integrando le informazioni dell'Indagine con quelle relative alle caratteristiche dell'occupazione provenienti dal Sistema Integrato dei Registri dell'Istat e dalle fonti previdenziali e fiscali.

Attraverso un'analisi multidimensionale di tipo fattoriale, sono stati sintetizzati 178 indicatori che descrivono la posizione degli agricoltori in relazione a motivazioni, aspettative

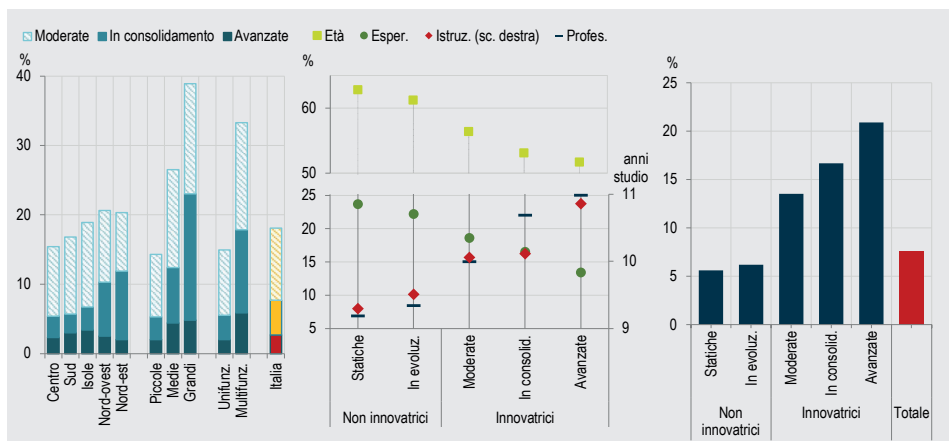
e problematiche legate alla transizione verso l'agricoltura 4.0. Con una successiva *cluster analysis*, sono stati individuati cinque gruppi di aziende agricole, omogenei per comportamento e attitudini, caratterizzati da livelli crescenti di propensione all'innovazione.

Nel primo gruppo si colloca quasi la metà delle imprese agricole (il 49,4 per cento del totale), definite come "statiche": effettuano investimenti limitati in innovazione e mostrano una scarsa propensione all'impiego delle tecnologie. Nel secondo gruppo, con il 32,5 per cento delle aziende definite "in evoluzione", l'innovazione è inclusa nelle strategie aziendali, ma non ha carattere prioritario. Il terzo gruppo interessa il 10,4 per cento delle imprese, che possono essere qualificate come "innovatrici moderate": dichiarano di investire in tecnologie dell'agricoltura 4.0, ma l'attività nell'area dell'innovazione è limitata da vincoli finanziari o di competenze. I due restanti gruppi sono di dimensioni ridotte: uno (definito "in consolidamento") è formato dal 5,0 per cento di aziende con agricoltori che hanno già investito in tecnologie specifiche e non prevedono ulteriori sviluppi a breve termine; l'altro (definito delle "innovatrici avanzate") raccoglie il 2,7 per cento delle aziende agricole con investimenti e orientamento strategico molto al di sopra della media, che puntano con decisione sull'innovazione come leva per la competitività e la sostenibilità di medio-lungo termine.

Nel complesso, l'81,9 per cento delle aziende mantiene ancora un approccio conservativo, mentre l'innovazione costituisce una dimensione acquisita nella visione strategica solo per il 18,1 per cento, formato dalle aziende degli ultimi tre gruppi (di seguito considerate congiuntamente come "innovatrici"). Sul territorio, le aziende nei tre gruppi di innovatrici superano il 20,0 per cento nel Nord, con una quota di imprese "in consolidamento" molto superiore alla media, il che suggerisce che i processi innovativi siano stati avviati prima rispetto a quelli delle aziende del Centro-sud. Nel Sud e, in particolare, nelle Isole, invece, è più elevata la quota di "innovatrici avanzate", ma si tratta di numeri molto modesti.

Le differenze tra i gruppi di innovatrici e non (in particolare nell'incidenza delle "innovatrici avanzate") sono molto evidenti in relazione alla dimensione aziendale: le aziende che innovano rappresentano meno del 15,0 per cento tra le più piccole, quasi il 27,0 per cento del totale tra quelle di dimensioni medie e quasi il 40,0 per cento tra le più grandi. Parallelamente, e in connessione con le caratteristiche dimensionali, le "innovatrici" rappresentano un terzo delle aziende multifunzionali, ovvero che includono attività non agricole come la ricettività, la trasformazione dei propri prodotti o la produzione di energie rinnovabili, evidenziando che la propensione all'innovazione è associata all'intensità imprenditoriale richiesta dallo svolgimento di molteplici attività nella stessa azienda (Figura 1, sinistra).

**Figura 1** Aziende agricole innovatrici per ripartizione geografica, dimensione e varietà funzionale (sinistra), caratteristiche del capitale umano (centro) e quota che prevede un aumento della produzione (destra) per gruppi di aziende distinti per propensione all'innovazione. Anno 2024 (valori percentuali e in anni)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati dell'Indagine multiscopo sulle aziende agricole, del Sistema Integrato dei Registri e di fonti amministrative



I cinque gruppi individuati si differenziano notevolmente anche per le caratteristiche del capitale umano. In particolare, l'età media degli addetti diminuisce all'aumentare della propensione all'innovazione, passando da quasi 63 anni nel gruppo delle aziende "statiche" (quasi la metà del totale) a meno di 52 anni in quello delle "innovatrici avanzate". In parte in connessione con l'età degli addetti, anche l'anzianità in azienda segue lo stesso andamento decrescente, da quasi 24 a poco più di 13 anni: si tratta, in entrambi i casi, di valori molto elevati se comparati a quelli prevalenti nel resto dell'economia, che riflettono la peculiarità dell'agricoltura come settore maturo con un ricambio generazionale limitato. In connessione con l'elevata età media degli agricoltori, i livelli di istruzione formale sono comparativamente più bassi (poco oltre la licenza media), pur rimanendo valida la relazione positiva e stabile tra il livello di istruzione e la propensione all'innovazione.

Particolarmente ampie sono le differenze tra i gruppi in relazione alle funzioni qualificate, che in questo caso comprendono anche i lavoratori specializzati in ambito agricolo (gruppo 6, oltre ai gruppi 2 e 3, di specialisti e tecnici, della Classificazione delle Professioni), la cui quota va da meno del 7,0 per cento tra le imprese "statiche" a più di un quarto degli addetti tra le "innovatrici avanzate" (Figura 1, centro).

Infine, in relazione alle caratteristiche aziendali, le "innovatrici" si distinguono anche rispetto alle prospettive della produzione agricola e/o zootecnica, con quote di aziende che prevedono una crescita dal 13,5 per cento per le "innovatrici moderate" a più del 20,0 per cento per le "innovatrici avanzate", contro valori intorno al 6,0 per cento per oltre l'80,0 per cento del complesso delle imprese "statiche" e "in evoluzione" (Figura 1, destra).

### 4.3.3 Il capitale umano e l'attività di Ricerca e Sviluppo

L'attività di R&S rappresenta un elemento strategico per la crescita e la *performance* delle imprese, basata sulla conoscenza e, tra le dimensioni dell'innovazione considerate, quella più direttamente collegata all'impiego di capitale umano con istruzione e competenze elevate. Con una spesa in R&S *intra muros* pari all'1,4 per cento del Pil nel 2023 (cfr. paragrafo 4.1.5), l'economia italiana è tra quelle a bassa intensità di ricerca in ambito europeo, anche se sostenuta da una vivace attività nelle innovazioni di processo e nel *design*. Questa evidenza riflette la fragilità di un sistema produttivo frammentato, in cui pochi grandi attori pubblici e privati trainano la R&S.

La relazione tra attività di R&S, capitale umano, caratteristiche e comportamenti di impresa, che possono favorire l'attività innovativa, è approfondita integrando le fonti di dati sulle imprese e sulle caratteristiche degli occupati<sup>17</sup>. È stata inoltre utilizzata la base dati sviluppata dall'Istat relativa alle domande di brevetto depositate dalle imprese italiane presso l'EPO<sup>18</sup>.

La R&S, tra le tipologie di innovazione, è quella caratterizzata dalla più ampia eterogeneità nell'adozione, poiché è concentrata in poche unità economiche. Attraverso un'analisi multivariata, le imprese sono state raggruppate in base ai rispettivi comportamenti relativi all'attività di R&S. Sono stati inoltre identificati i fattori strutturali e comportamentali più rilevanti nel determinare i livelli di innovazione.

17 Gli indicatori considerati coprono aspetti strutturali (dimensione, settore, età dell'impresa, appartenenza a gruppi), economico-finanziari (attività internazionale, produttività), di capitale umano (livello di istruzione, specialisti e tecnici, esperienza in azienda ed età degli addetti). A questi si aggiungono investimenti in formazione, R&S (interna ed esterna, inclusi licenze e brevetti), innovazione, digitalizzazione e altri comportamenti aziendali. I riferimenti sono: la Rilevazione multiscopo qualitativa, associata al Censimento permanente delle imprese (2021-2022), il Sistema Integrato dei Registri, le fonti previdenziali e fiscali, la base dati dei brevetti dell'Istat.

18 La produzione di informazioni sulle domande di brevetto da parte delle imprese richiede l'integrazione dei dati non strutturati sulle domande pubblicate, di fonte EPO (richiedente, inventore o proprietario del brevetto, localizzazione, tipologia e date del brevetto, classificazione tecnologica, citazioni e reclami) con le unità statistiche dei Registri dell'Istat, attraverso una procedura dedicata, per l'individuazione delle imprese brevettanti.

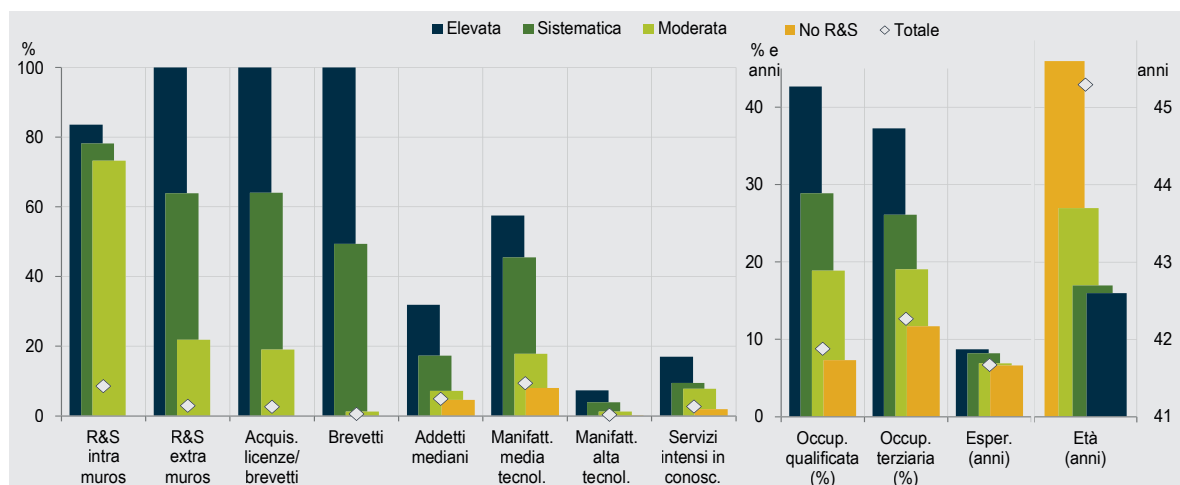
Per la caratterizzazione dei comportamenti delle imprese rispetto all'intensità e ai profili di R&S *intra muros*, è stata adottata l'applicazione sequenziale di: 1. Analisi fattoriale sulle risposte fornite dalle imprese al questionario del Censimento permanente, per individuarne i tratti comportamentali; 2. Riclassificazione delle imprese in base all'intensità di R&S, come descritta dal fattore principale, mediante l'analisi dei gruppi con l'algoritmo *K-means*; 3. Applicazione di modelli multivariati del tipo *Random Forest* per l'individuazione delle determinanti che guidano i cambiamenti di classe di intensità.

Sono stati identificati quattro gruppi di imprese, ordinati in base all'esistenza e all'intensità delle strategie di R&S (nessuna, moderata, sistematica ed elevata, caratterizzata dalla presenza strutturata di attività di ricerca e dalla produzione sistematica di brevetti).

L'analisi microfondata ha rivelato *pattern* settoriali e dimensionali: l'intensità innovativa è maggiore nei settori più tecnologici e nelle imprese più grandi. Altrettanto nette sono le differenze in termini di capitale umano: rispetto alle imprese del gruppo privo di attività di R&S, quelle nei tre gruppi ordinati per intensità crescente presentano quote multiple di addetti inquadrati come specialisti o tecnici (fino a oltre il 40 per cento quando l'intensità è elevata) e con istruzione terziaria (fino al 37 per cento).

Le differenze in termini di esperienza in azienda sono minime, mentre quelle relative all'età media degli addetti sono decrescenti, da quasi 46 anni per le imprese senza attività di R&S a meno di 43 anni per quelle con un'intensità più elevata (Figura 4.29).

Figura 4.29 Imprese per tipo di R&S, settore di attività e addetti (sinistra), e capitale umano (destra) per classi di intensità di R&S. Anno 2022 (valori percentuali e in anni)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione multiscopo qualitativa, associata al Censimento permanente delle imprese, del Sistema Integrato dei Registri e di fonti amministrative

Nell'analisi dell'intensità innovativa di impresa, l'innovazione codificata attraverso i brevetti riveste un ruolo importante per misurare la capacità inventiva. L'attività brevettuale si configura come una tipologia di innovazione R&S con caratteristiche analoghe ma con alcune specificità. Le richieste di brevetto presentate nel periodo 2015-2023 si concentrano nella manifattura a media tecnologia (circa un terzo nel settore dei macchinari e un ulteriore quinto in quello delle tecnologie per la movimentazione e i trasporti) e tra le grandi imprese (48 per cento). Il segmento con la maggiore incidenza di imprese richiedenti brevetti è però quello delle grandi imprese attive nella manifattura ad alta tecnologia (52 per cento), che vantano anche la più alta capacità brevettuale (oltre 17 brevetti in media per impresa).

Una parte importante del divario con Francia e Germania nell'intensità di R&S, e in particolare di quella brevettuale (cfr. approfondimento "L'innovazione e la proprietà intellettuale: brevetti, marchi e disegni industriali"), può quindi essere spiegata dalla debolezza dell'Italia nei comparti a più elevata intensità tecnologica dell'industria e dei servizi a confronto con queste economie (cfr. paragrafo 4.1). D'altra parte, si osserva anche che l'attività brevettuale è cresciuta specialmente nei servizi più intensi in conoscenza, legati alle tecnologie digitali e per la salute. In particolare, in tali comparti le domande relative ad applicazioni di IA sono aumentate a un ritmo doppio rispetto alla media, e quasi la metà delle richieste di brevetto in questo ambito (oltre 500) sono state presentate nel periodo 2021-2023.

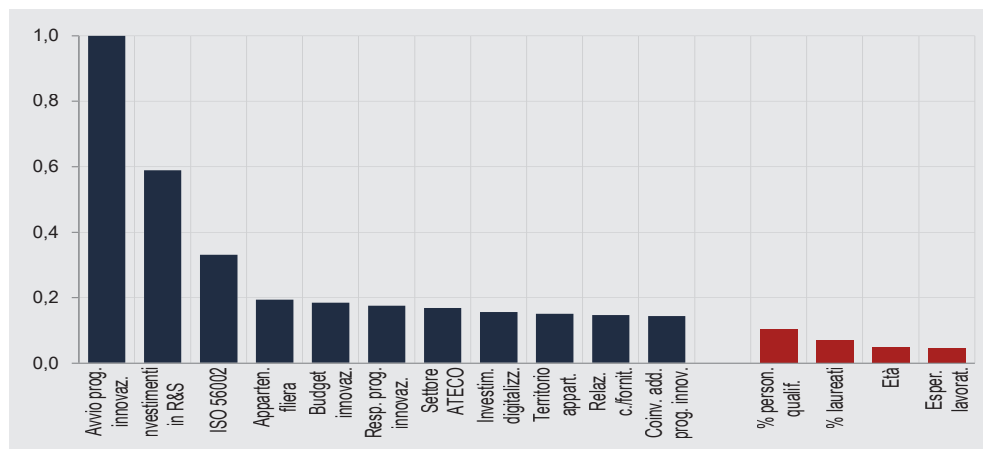
Per analizzare le dinamiche di transizione tra i profili innovativi, è stata condotta un'analisi basata su un modello di alberi di classificazione. La metodologia utilizzata è la *Random Forest* (100 alberi di decisione), che misura l'importanza di ogni variabile come riduzione media della variabilità dei gruppi per ogni biforcazione. Due "foreste" separate sono state modellate per due transizioni: da nessuna R&S a R&S moderata, e da R&S moderata a R&S sistematica/elevata. L'importanza delle variabili è stata standardizzata a 1 rispetto alla più rilevante in ciascuna serie.

Dall'esame delle transizioni emergono determinanti specifiche per ciascuna di esse, accanto a elementi trasversali, sebbene con una rilevanza diversa. Il capitale umano, la specializzazione settoriale, il ruolo nella filiera (committente o subfornitore) e il coinvolgimento in specifiche catene produttive costituiscono i principali fattori comuni che hanno un ruolo nel rafforzare la capacità innovativa aziendale. Di contro, vanno considerati gli elementi peculiari di ogni singola transizione. Nella prima, il fattore più rilevante è rappresentato dall'aver svolto – internamente o tramite un fornitore esterno di servizi – qualsiasi attività nell'ambito di propri progetti di innovazione (diversi, ovviamente, dalle attività di R&S). Per un'impresa priva di R&S, il primo passo consiste nell'imparare ad avviare progetti – anche di piccole dimensioni – con obiettivi innovativi. La progettualità, una volta avviata, implica un parallelo e nuovo stanziamento di risorse economiche. Ecco perché la presenza di anche modesti investimenti (in R&S), seppure con intensità molto bassa, costituisce il secondo elemento rilevante (0,59), anche se con un certo distacco: ciò suggerisce che la transizione avvenga innanzitutto attraverso l'azione progettuale e solo successivamente mediante la spesa formale in R&S. Segue l'adozione di *framework* standardizzati – non necessariamente certificazioni – che aiuta le imprese a non ricadere nell'informalità. Per chi non ha mai svolto attività innovativa, l'adozione di standard (come l'UNI EN ISO 56002:2019; <https://www.iso.org/standard/68221.html>) evita che l'innovazione assuma un carattere episodico. La transizione verso una media intensità richiede che l'innovazione diventi ripetibile, non solo creativa. Nella stessa direzione si collocano la presenza di stanziamenti annuali e di strutture formali preposte alla gestione di progetti innovativi: tali elementi implicano responsabilità e risorse finanziarie investite, e sono determinanti per distinguere operatività e sperimentazione.

Il comparto di attività, l'appartenenza a una filiera e il coordinamento – sempre di natura settoriale – con i principali fornitori e clienti svolgono una funzione importante ma non decisiva. Anche il territorio (ad esempio, distretti industriali o poli tecnologici) ha una rilevanza, sebbene non determinante.

Il ruolo delle variabili legate al capitale umano è positivo, ma marginale: i dati suggeriscono che, nella transizione da zero a una moderata intensità di R&S, le variabili strutturali (progetti, *budget*, standardizzazione, filiera) incidano più della mobilitazione delle persone. L'enfasi si sposta così sull'organizzazione: coinvolgere il personale senza un sistema che lo sostenga non è sufficiente; è il coinvolgimento in progetti strutturati a svolgere una funzione più significativa nell'avvio di un'attività di R&S (Figura 4.30).

Figura 4.30 Determinanti dei processi di transizione da assenza di R&S a presenza moderata. Biennio 2021-2022 (valori standardizzati)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione multiscopo qualitativa, associata al Censimento permanente delle imprese, del Sistema Integrato dei Registri e di fonti amministrative

Il ruolo del capitale umano è determinante nel passaggio ad alta intensità di R&S, che si configura in modo profondamente diverso rispetto alla prima transizione: qui le competenze assumono una forte rilevanza insieme a settore, filiera e internazionalizzazione. Si tratta dunque non più di progetti, bensì di un posizionamento sistemico.

Nella R&S a intensità elevata, il settore diventa un filtro selettivo: chimica farmaceutica, elettronica, comparto aerospaziale e software industriale presentano soglie di ingresso che i settori tradizionali difficilmente raggiungono. La base di conoscenza del settore determina se l'alta intensità è perseguibile.

Diventa centrale anche l'appartenenza alla filiera (0,69). Se a media intensità la filiera rappresentava un elemento di traino, ad alta intensità diventa un ecosistema di co-innovazione insieme a clienti e fornitori qualificati. Se avviare un'attività strutturata di R&S appariva come un cambiamento interno, passare ad alta intensità è invece un cambiamento di ecosistema. Se la filiera di appartenenza non ha un'intensità elevata di R&S, difficilmente la singola impresa potrà averla.

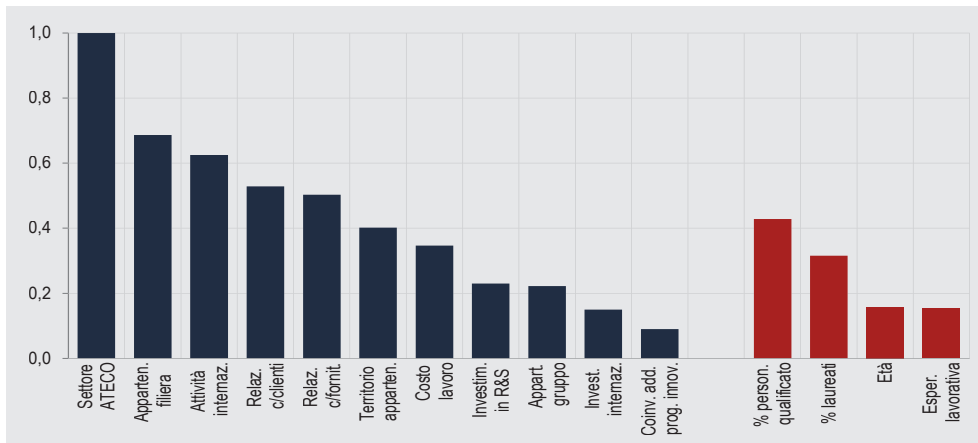
L'appartenenza alla filiera assume anche le caratteristiche di un vero ecosistema di co-innovazione, in cui l'impresa collabora strettamente con clienti e fornitori qualificati. Se la filiera di appartenenza non pratica un'alta intensità di R&S, difficilmente la singola impresa potrà farlo da sola. Le relazioni di filiera si specializzano. Il cliente diviene co-sviluppatore. I fornitori, dal canto loro, non sono più generici, ma operatori specializzati in componenti critici, materiali speciali e tecnologie abilitanti, complementari nelle competenze. In questo modo, l'alta intensità trasforma la filiera da catena di fornitura a rete di competenze complementari. Come avviene nell'*automotive*, il contenuto delle relazioni fa la differenza: gli scambi puramente transazionali vengono relegati a collaborazioni di seconda fascia, mentre i fornitori di prima fascia diventano partner di sistemi complessi a elevato contenuto di conoscenza, progettati e sviluppati assieme all'impresa cliente.

Il capitale umano, anche in questo caso, assume un ruolo cruciale: le competenze del personale rappresentano il sesto fattore più rilevante. Il personale con elevati livelli di istruzione e competenze (scientifiche, ingegneristiche, analitiche) diviene anch'esso una discriminante. In secondo piano figurano le variabili di esperienza — età ed esperienza in azienda — con pesi bassi ma significativi: l'età conta meno della competenza, l'anzianità aziendale è poco rilevante perché le competenze per l'alta intensità spesso

si acquisiscono all'esterno. In questo passaggio, l'impresa deve assumere o formare gli occupati in maniera adeguata. Si tratta di un cambiamento di composizione del capitale umano e non solo di quantità (e infatti il livello assoluto degli addetti appare decisamente distanziato).

Infine, anche il territorio assume un maggiore rilievo rispetto alla transizione precedente, suggerendo l'importanza della prossimità a poli di conoscenza quali centri di ricerca, distretti *high-tech* e *hub* di innovazione. L'alta intensità si configura pertanto come un complesso cambiamento di identità dell'impresa, piuttosto che come un mero potenziamento delle funzioni di R&S (Figura 4.31).

**Figura 4.31** Determinanti dei processi di transizione da R&S moderata a sistemica/elevata. Biennio 2021-2022 (valori standardizzati)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione multiscopo qualitativa, associata al Censimento permanente delle imprese, del Sistema Integrato dei Registri e di fonti amministrative

## 4.4 IL CAPITALE UMANO, I COMPORTAMENTI INNOVATIVI E LA *PERFORMANCE* NELLE IMPRESE

### 4.4.1 Il capitale umano, l'innovazione e la produttività: un'analisi strutturale

L'associazione tra caratteristiche del capitale umano, l'adozione di tecnologie digitali, la realizzazione di innovazioni di processo e di prodotto e l'attività di Ricerca e Sviluppo, quali dimensioni rappresentative dell'uso della conoscenza nell'attività di impresa, è considerata congiuntamente alla *performance* aziendale. In particolare, si analizzano le relazioni tra le caratteristiche strutturali delle imprese, compreso il loro capitale umano, i comportamenti innovativi e gli effetti sulla produttività aziendale, nonché le connessioni con le strategie complessive delle imprese e con la dinamica della produttività nel biennio 2022-2024<sup>19</sup>.

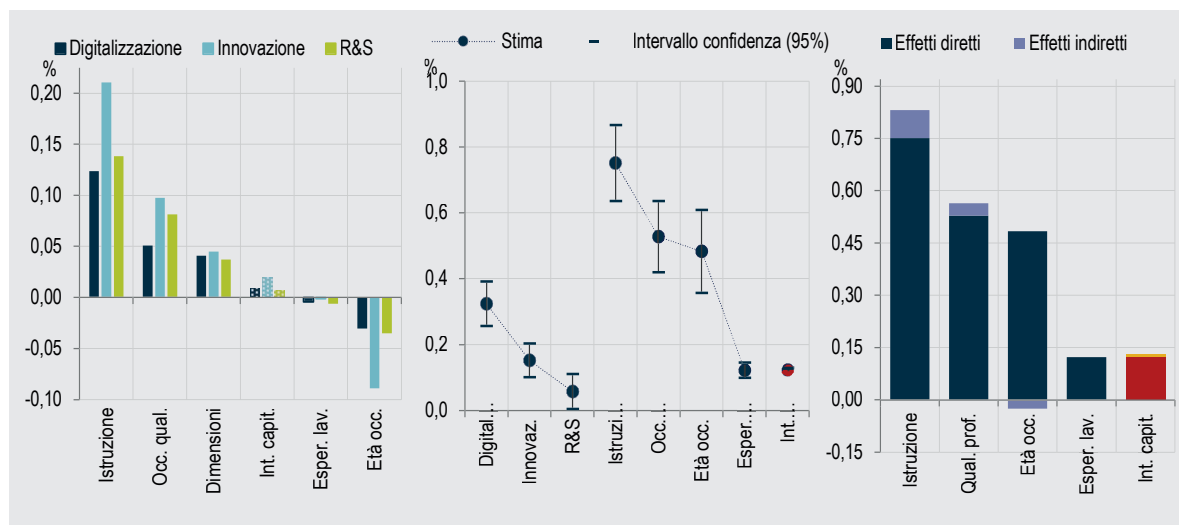
<sup>19</sup> Per disporre di informazioni sulla digitalizzazione, sulla realizzazione di innovazioni e sull'investimento in R&S per le stesse unità economiche, nell'ambito dell'analisi, la Rilevazione multiscopo qualitativa, associata al Censimento permanente delle imprese del 2022, è stata integrata con le informazioni del Sistema Integrato dei Registri e con altre fonti amministrative. Le variabili sono un sottoinsieme di quelle considerate in precedenza (cfr. paragrafo 4.3) e si riferiscono a una popolazione più ampia.

Per stimare congiuntamente il ruolo del capitale umano e dell'innovazione sulla produttività, è stato utilizzato un modello econometrico strutturale. I coefficienti di stima sono espressi come elasticità incrociate tra le variabili e corrispondono all'impatto percentuale sulla variabile stimata di una variazione dell'1,0 per cento della variabile esplicativa<sup>20</sup>.

Nella stima dell'attività innovativa, il modello adottato conferma che il livello di istruzione della forza lavoro (espresso come media degli anni di studio degli addetti di ciascuna impresa) è la variabile più rilevante (da 0,12 per la digitalizzazione a 0,21 per l'innovazione), seguita dal livello di competenze della forza lavoro (espresso dall'incidenza dell'occupazione qualificata; 0,08). L'esperienza lavorativa specifica ha un effetto pressoché nullo, mentre l'età degli addetti (esperienza complessiva) presenta una correlazione negativa con tutte e tre le dimensioni considerate (-0,05 in media), già osservata nelle analisi del paragrafo 4.3, suggerendo che, per l'innovazione, il dinamismo generazionale risulta più favorevole rispetto all'esperienza consolidata.

Le dimensioni dell'impresa e il capitale per addetto<sup>21</sup> sono invece associati positivamente a tutte e tre le dimensioni dell'innovazione (digitalizzazione, innovazione, R&S/brevetti), per il minore costo relativo dell'adozione tecnologica e dell'attività innovativa, e perché tali ambiti rappresentano leve fondamentali per la gestione della complessità e per la competitività dell'impresa (Figura 4.32 sinistra).

**Figura 4.32** Imprese con almeno 10 addetti. Elasticità incrociate tra variabili strutturali e attività innovative (sinistra), di entrambi i gruppi con la produttività (centro), e misura degli effetti diretti e indiretti delle variabili strutturali sulla produttività (destra). Biennio 2021-2022 (valori percentuali)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione multiscopo qualitativa, associata al Censimento permanente delle imprese, del Sistema Integrato dei Registri e di fonti amministrative

20 Il modello basato su un sistema di equazioni strutturali (*Structural Equation Modelling - SEM*): definisce variabili latenti per tre domini dell'attività innovativa (adozione di tecnologie digitali, innovazioni, R&S); stima l'associazione tra il capitale umano e le caratteristiche strutturali e quelle latenti sull'innovazione; mette in relazione la produttività dell'impresa con le variabili strutturali e quelle di innovazione stimate; quantifica l'effetto indiretto (mediato dall'innovazione) delle variabili strutturali sulla produttività.

21 Tra le variabili esplicative strutturali si è impiegata una misura della dotazione di capitale per addetto, considerando il valore monetario delle immobilizzazioni operative (materiali e immateriali) riportate nei bilanci camerali. Insieme alla dotazione di capitale fisico e umano, e agli opportuni controlli settoriali, gli input utilizzati nella funzione comprendono variabili comportamentali relative all'attività innovativa.

Nella stima della produttività, i livelli di innovazione ottenuti in questo primo passaggio vengono riutilizzati, insieme alle medesime variabili strutturali. Tutte le variabili presentano un'associazione positiva significativa.

Tra le variabili relative ai comportamenti legati all'uso della conoscenza (ottenute per stima), l'impatto più rilevante è quello della digitalizzazione (0,32 per cento), seguito da quello della realizzazione di innovazioni (0,15 per cento) e dell'investimento in R&S (0,06 per cento).

Ancora maggiore è l'associazione con le variabili di capitale umano, tra le quali spicca il livello di istruzione (0,75 per cento), seguito dalla quota di addetti in professioni qualificate, come già nella stima sull'innovazione. In questo caso, è particolarmente rilevante il cambiamento di segno delle variabili legate all'esperienza, che risultano associate negativamente all'innovazione ma positivamente — e con rilievo — alla stima della produttività. Anche l'intensità di capitale ha un impatto positivo (0,13 per cento), sebbene sia mitigato dalla presenza delle altre variabili e dei controlli (Figura 4.32 centro). Infine, il SEM fornisce informazioni sugli effetti diretti e indiretti (mediati dalla digitalizzazione, dall'innovazione e dalla R&S) attraverso cui le variabili indipendenti (capitale per addetto e capitale umano) incidono sulla produttività del lavoro: gli effetti indiretti sono rilevanti in particolare per le variabili di istruzione (+0,08 per cento) e professionali (+0,04 per cento), mentre l'effetto dell'età degli occupati si attenua (Figura 4.32, destra).

Il SEM ha confermato l'esistenza di relazioni significative tra la quantità e la qualità del fattore lavoro e le *performance* aziendali, sia direttamente sia tramite le diverse forme di innovazione considerate. Tra i risultati più rilevanti si evidenziano la conferma dell'eterogeneità degli effetti delle diverse componenti del capitale umano sulle diverse forme di innovazione e la qualificazione della sinergia tra il capitale umano e le altre determinanti.

Sul primo di questi aspetti, il segno negativo e crescente dell'esperienza (riscontrato anche nelle precedenti evidenze sull'innovazione) può riflettere elementi connaturati al rapporto dei lavoratori con l'innovazione, alla rigidità organizzativa all'interno dell'impresa rispetto ai cambiamenti nelle routine di carattere tecnologico, e agli aspetti di natura settoriale. Infatti, nei comparti tipici della specializzazione produttiva italiana, l'esperienza può essere negativamente correlata all'innovazione perché gli spazi sono ridotti, mentre è positivamente correlata alla determinazione della produttività, riflettendo la valenza del *learning by doing*, basata su un miglioramento continuo e incrementale<sup>22</sup>.

L'evidenza della sinergia tra il capitale umano e le altre determinanti della produttività emerge dai risultati dell'analisi. Ciò si applica alle variabili strutturali della dimensione aziendale (che ne approssima anche la capacità organizzativa) e dello *stock* di capitale per addetto, di cui si sottolineano le complementarità con le competenze, anche nella definizione delle variabili di innovazione. Positivo è anche il ruolo delle innovazioni, intese come leve strategiche per il controllo di gestione (digitalizzazione, in particolare nel caso di delocalizzazione produttiva e internazionalizzazione) a favore della competitività. Le variabili di innovazione, d'altra parte, sono strumentali al miglioramento della produttività, ma vanno considerate in un ambito in cui è presente un obiettivo imprenditoriale che richiede capitale fisico e umano (livelli di istruzione, profili di competenze necessarie ed esperienza adeguata).

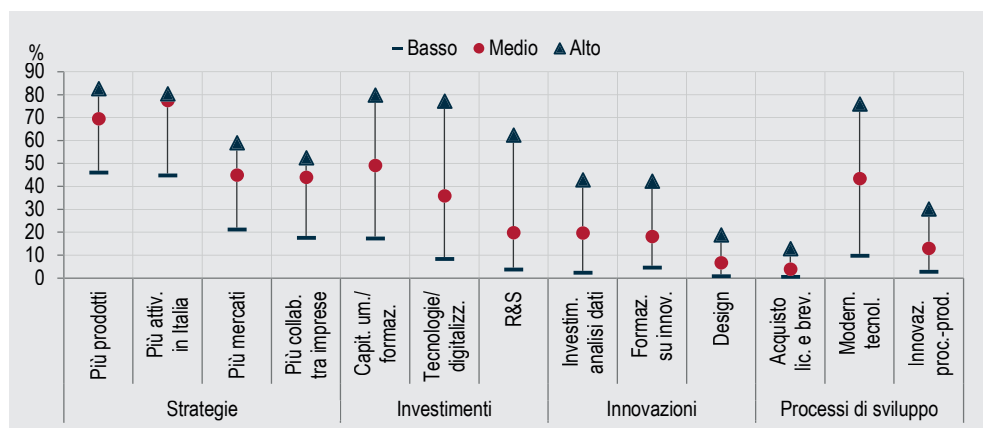
22 Ciò è formalmente codificato, ad esempio, nella filosofia moderna di gestione aziendale *Kaizen* e *Lean Production* del sistema Toyota e associato alla conoscenza tacita del processo produttivo. Per potere cogliere appieno questa dimensione sarebbe necessario un indicatore delle esperienze pregresse, che è stato qui sostituito dall'anzianità del ruolo e dall'età.

#### 4.4.2 Le strategie innovative, il capitale umano e la performance

L'analisi dei rapporti tra capitale umano, attività innovativa e *performance* delle imprese è qualificata considerando in che modo il ruolo e il rendimento del capitale umano siano associati ad altri elementi rilevanti. L'analisi si riferisce a un campione di 105 mila imprese dell'industria e dei servizi con almeno 10 addetti, rappresentativo di una popolazione di circa 210 mila imprese<sup>23</sup>. In particolare, attraverso l'applicazione di tecniche statistiche multivariate, l'eterogeneità delle imprese rispetto agli investimenti in conoscenza viene sintetizzata in tre profili di comportamento, considerando, in particolare, le scelte tecnologiche, la spesa in R&S, l'attività di innovazione, insieme alla qualità del capitale umano (di seguito definiti come livelli di "dinamismo innovativo").

L'analisi evidenzia che circa il 30 per cento delle imprese rientra nel gruppo di dinamismo innovativo ridotto, il 47,0 per cento in quello intermedio e il 22,0 per cento in quello superiore (Figura 4.33).

Figura 4.33 Strategie, investimenti, attività innovative e progetti di sviluppo nelle imprese con almeno 10 addetti per livello di dinamismo innovativo. Biennio 2021-2022 (valori percentuali)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione multiscopo qualitativa, associata al Censimento permanente delle imprese, del Sistema Integrato dei Registri e di fonti amministrative

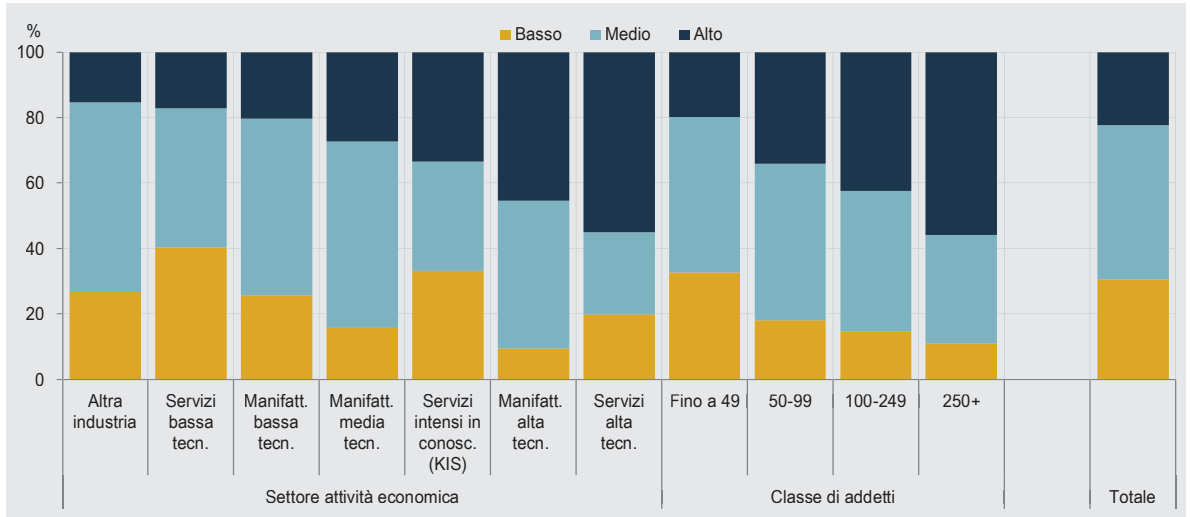
È interessante notare che gli investimenti in capitale umano sono i più diffusi a tutti i livelli di dinamismo innovativo, coinvolgendo quattro imprese su cinque tra le più dinamiche. Ciò rappresenta un presupposto importante per tutti gli altri investimenti in conoscenza.

L'analisi del dinamismo innovativo delle aziende viene approfondita considerando la dimensione aziendale e il settore di appartenenza (Figura 4.34).

Come atteso, la quota di imprese ad alto dinamismo innovativo cresce nettamente con la dimensione di impresa ed è più elevata nei settori dell'industria e dei servizi a maggiore intensità di conoscenza. Il capitale umano (espresso dal livello di istruzione, dalle competenze professionali, dall'età e dalla *job tenure* degli addetti) presenta *pattern* associativi ben delineati, in coerenza con la dimensione, la composizione settoriale e il dinamismo innovativo delle imprese, completando così il quadro degli *asset* necessari a supportare la capacità di innovare e di generare nuova conoscenza.

<sup>23</sup> Si tratta dei rispondenti della Rilevazione multiscopo qualitativa, associata al Censimento permanente delle imprese del 2022 (il campione teorico considerato è censuario per le circa 60 mila aziende con almeno 20 addetti, e campionario per quelle con 10-19 addetti). Questa popolazione rappresenta circa il 5,0 per cento delle imprese e quasi i tre quarti del valore aggiunto dell'industria e dei servizi, ed è ritenuta adatta allo studio dell'eterogeneità del sistema produttivo, in termini di comportamenti e *performance* delle imprese.

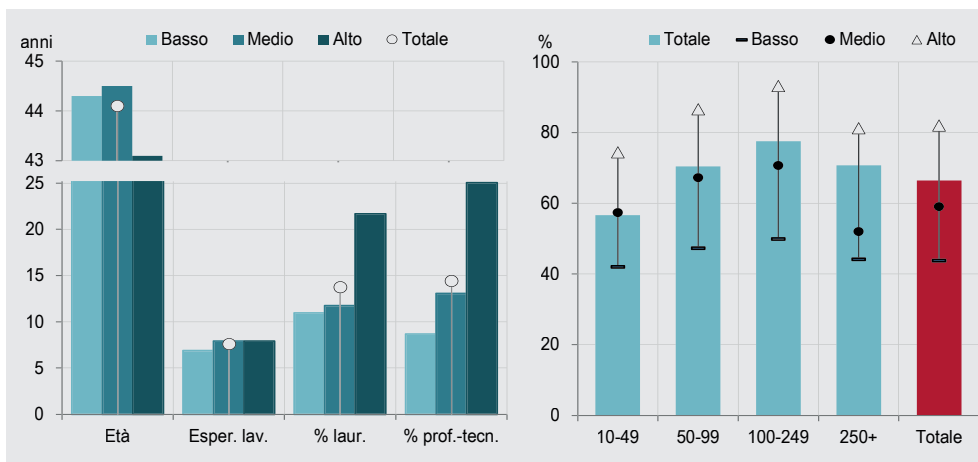
**Figura 4.34** Imprese con almeno 10 addetti per livello di dinamismo innovativo, settore di attività economica e classe di addetti. Biennio 2021-2022 (composizioni percentuali)



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione multiscopo qualitativa, associata al Censimento permanente delle imprese, del Sistema Integrato dei Registri e di fonti amministrative

Le imprese del gruppo più dinamico sono infatti caratterizzate da un'età media degli addetti più bassa (ma non da una minore esperienza professionale) e da un'incidenza dei laureati e del personale inquadrato in mansioni qualificate nettamente più elevata (Figura 4.35, sinistra). Gli altri due gruppi, con profili innovativi meno dinamici, che insieme rappresentano quasi l'80,0 per cento delle unità economiche e poco meno del 60,0 per cento degli addetti, hanno invece valori inferiori alla media del sistema per entrambe le caratteristiche del capitale umano.

**Figura 4.35** Imprese con almeno 10 addetti per caratteristica del capitale umano (sinistra), e produttività del lavoro per classe di addetti (destra) per livello di dinamismo innovativo. Biennio 2021-2022 (anni e valori percentuali)

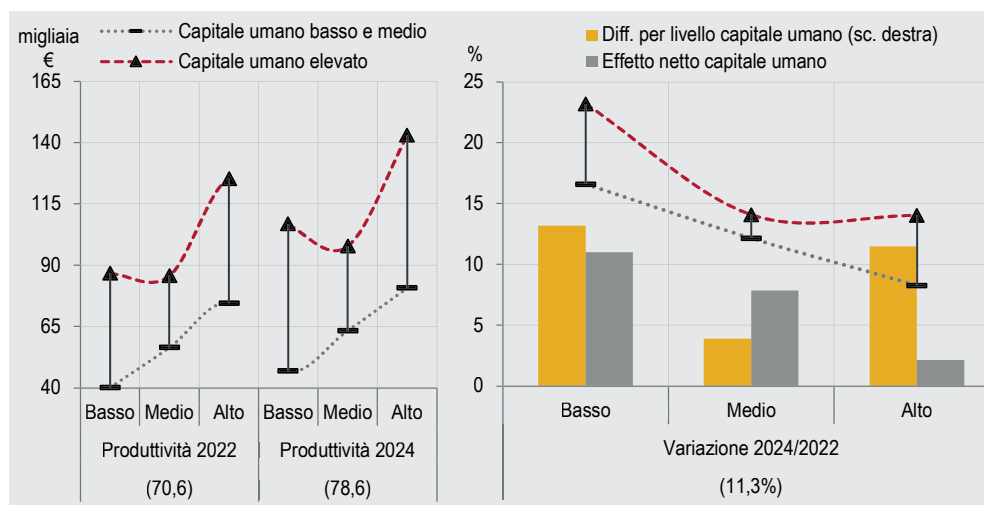


Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione multiscopo qualitativa, associata al Censimento permanente delle imprese, del Sistema Integrato dei Registri e di fonti amministrative

La produttività del lavoro delle imprese mostra, in media, livelli crescenti fino alla classe 100-249 addetti e livelli decrescenti per le aziende di dimensioni maggiori. Differenziali di produttività molto ampi si rilevano anche rispetto ai tre profili di dinamismo

innovativo nel complesso delle aziende e in tutte le classi dimensionali. A confronto con le imprese meno dinamiche, quelle con livello intermedio di dinamismo hanno una produttività in media quasi il 35,0 per cento superiore, che sale a oltre l'85,0 per cento per quelle con dinamismo elevato (Figura 4.36, destra).

**Figura 4.36 Produttività del lavoro per livello di dinamismo innovativo e di capitale umano nelle imprese con almeno 10 addetti. Valori osservati e stime controfattuali. Anno 2024 (migliaia di euro, variazioni percentuali e differenze in punti percentuali rispetto al 2022)**



Fonte: Istat, Elaborazioni su dati della Rilevazione multiscopo qualitativa, associata al Censimento permanente delle imprese, del Sistema Integrato dei Registri e di fonti amministrative

Analizzando la crescita della produttività delle imprese nel biennio 2022-2024, si rileva che le imprese con un'elevata dotazione di capitale umano hanno registrato *performance* migliori in termini di produttività del lavoro, sia nel complesso sia nei diversi profili di dinamismo innovativo (Figura 4.36, sinistra). Questo risultato conferma il ruolo del capitale umano come uno dei fattori determinanti dello sviluppo economico, congiuntamente ai livelli di digitalizzazione, innovazione e attività di R&S/brevetti, elementi che differenziano significativamente i tre profili di imprese analizzati.

Infine, per quantificare l'apporto del capitale umano alla crescita della produttività al netto degli aspetti settoriali, dimensionali e di dinamismo, è stata condotta un'analisi controfattuale<sup>24</sup>. I risultati evidenziano che l'effetto netto del capitale umano è più ampio per le aziende che presentano livelli di dinamismo innovativo più bassi (Figura 4.36, destra).

Al crescere della complessità, l'apporto del capitale umano si attenua, perché si affiancano altri fattori – come la visione strategica, il volume degli investimenti realizzati, il livello tecnologico e la capacità innovativa – che concorrono in modo rilevante, ma non esclusivo, a definire i risultati in termini di produttività.

<sup>24</sup> L'analisi si basa sulla costruzione di due gruppi di imprese confrontabili, bilanciati per i livelli di dinamismo e di capitale umano, mediante la tecnica del *Propensity Score Matching* (PSM).

## Per saperne di più

Barro, R.J., and X. Sala-i-Martin. 1995. *Economic Growth*. Columbus, OH, U.S.: McGraw-Hill.

Barro, R.J., and X. Sala-i-Martin. 1992. "Convergence". *Journal of Political Economy*, Volume 100, N. 2: 223-251.

Becker G.S. 1964. *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education*. Cambridge, MA, U.S.: National Bureau of Economic Research - NBER.

Istituto Nazionale di Statistica - Istat. 2026. *La specializzazione produttiva prevalente dei Sistemi locali del lavoro. Anno 2021*. Statistiche Focus. Roma, Italia: Istat. <https://www.istat.it/comunicato-stampa/la-specializzazione-produttiva-prevalente-dei-sistemi-locali-del-lavoro-anno-2021/>.

Istituto Nazionale di Statistica - Istat. 2025. *La nuova geografia dei sistemi locali del lavoro. Anno 2021*. Statistiche Focus. Roma, Italia: Istat. <https://www.istat.it/comunicato-stampa/la-nuova-geografia-dei-sistemi-locali-del-lavoro-anno-2021/>.

Istituto Nazionale di Statistica - Istat. 2025. *Rapporto annuale 2025*. La situazione del Paese. Roma, Italia: Istat. <https://www.istat.it/produzione-editoriale/rapporto-annuale-2025-la-situazione-del-paese-il-volume/>.

Ropele, T., and A. Tagliabracci. 2026. "The economic impact of artificial intelligence: evidence from Italian firms". *Questioni di Economia e Finanza (Occasional Papers)*, N. 1005/2026. Roma, Italia: Banca d'Italia. [https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/qef/2026-1005/QEF\\_1005\\_26.pdf](https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/qef/2026-1005/QEF_1005_26.pdf).

Solow, R.M. 1956. "A Contribution to the Theory of Economic Growth". *Quarterly Journal of Economics*, Volume 70, N. 1: 65-94. <https://doi.org/10.2307/1884513>.

