



**Politecnico
di Torino**

**Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria
Gestionale**

Gestione dell'Innovazione e Imprenditorialità

**Analisi delle innovazioni nel contesto dell'Industria 4.0, in
collaborazione con la Camera di Commercio di Torino**

Relatore

Prof. Paolo Neirotti

Candidato

Giuseppe Bassi

Indice

Abstract.....	4
1 Il concetto di Industria 4.0: evoluzione, definizioni e tecnologie abilitanti.....	6
1.1 Definizione.....	6
1.2 Smart Factory e le Tecnologie abilitanti.....	7
1.3 Focus sull'Italia	18
1.3.1 Piano Nazionale Industria 4.0	20
1.3.2 Next Generation EU e Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)	23
1.3.3 Requisiti, beneficiari e documentazioni richieste	27
2 Report sulle imprese italiane	29
2.1 RIL-INAPP	30
2.2 Osservatorio sulle imprese innovative 2025	35
2.2.1 Questionario e campione	35
2.2.2 Tecnologie, Prodotti e Processi dell'Impresa.....	41
2.2.3 Attività di Innovazione	43
2.2.4 Digitalizzazione	49
2.2.5 Utilizzo di misure pubbliche di sostegno alla digitalizzazione	50
2.2.6 Sostenibilità.....	53
2.2.7 Ostacoli e risorse per R&D.....	57
2.2.8 Luci ed ombre del campione analizzato.....	61
2.2.9 Summary delle evidenze ricavate dal questionario	63
3 Studio analitico svolto dal candidato in materia di digitalizzazione	64
3.1 Introduzione allo studio.....	64
3.1.1 Revisione della Letteratura	66
3.1.2 Risultati osservati in letteratura	67
3.2 Analisi e modalità di lavoro	69
3.2.1 Software e dataset utilizzati	69
3.2.2 Compare means, factor analysis e analisi di regressione lineare multipla	70
3.3 Risultati ottenuti.....	77

4 Conclusioni e limiti.....	82
Bibliografia	87

Abstract

Il progetto di tesi si concentra sull'analisi delle strategie di innovazione adottate dalle imprese della provincia di Torino, in collaborazione con la Camera di Commercio di Torino. Lo studio si inserisce nel contesto del paradigma Industria 4.0 e mira ad indagare l'impatto delle tecnologie digitali sulla competitività aziendale. Attraverso l'analisi di dati raccolti da oltre 400 imprese tramite un questionario, saranno esaminati i principali fattori che favoriscono e che ostacolano l'adozione di tecnologie innovative, con particolare attenzione a soluzioni quali Internet of Things (IoT), Big Data, Manifattura Additiva e Cybersecurity.

L'obiettivo della tesi è identificare le principali determinanti del successo nell'implementazione di tali tecnologie e proporre modelli di supporto e strategie operative che possano favorire una maggiore diffusione dell'innovazione. La ricerca intende inoltre esplorare il ruolo delle agevolazioni fiscali e delle collaborazioni con università e centri di ricerca per sostenere gli investimenti innovativi, che riguardano le PMI e le startup che intendono portare avanti con successo progetti legati alla digitalizzazione e all'Industria 4.0.

1 Il concetto di Industria 4.0: evoluzione, definizioni e tecnologie abilitanti

Negli ultimi anni, il concetto di **Industria 4.0** ha assunto un ruolo centrale nel dibattito sull'innovazione tecnologica e la trasformazione digitale dei sistemi produttivi. Con il termine Industria 4.0 si fa riferimento alla **quarta rivoluzione industriale**, una fase evolutiva che segue le precedenti tre rivoluzioni: la prima, innescata alla fine del XVIII secolo dall'introduzione della macchina a vapore e della meccanizzazione; la seconda, all'inizio del XX secolo, legata all'elettrificazione e alla produzione di massa con l'utilizzo della catena di montaggio; la terza, avviata negli anni Settanta dello stesso secolo, coincidente con l'informatizzazione dei processi industriali e l'impiego dell'ICT.

L'avvento del XXI secolo ha segnato una nuova fase, nella quale si assiste ad un'**integrazione sempre più profonda tra il mondo fisico e quello digitale**. Tale integrazione si traduce in un sistema produttivo composto da dispositivi intelligenti, connessi tra loro in rete, capaci di interagire, raccogliere dati e prendere decisioni in autonomia. La convergenza di queste tecnologie ha portato alla nascita del paradigma dell'**Industria 4.0**, un nuovo modello produttivo che unisce **automazione avanzata, interconnessione, analisi dei dati e intelligenza artificiale**.

Il termine "Industria 4.0" è stato presentato ufficialmente durante la fiera di Hannover, in Germania nel 2011, nell'ambito di un piano strategico promosso dal governo tedesco per favorire la modernizzazione e digitalizzazione del settore manifatturiero. Parallelamente, negli Stati Uniti d'America prendeva forma l'iniziativa "**Smart Manufacturing Leadership Coalition**" (SMLC), promossa dalle università, dai centri di ricerca e dalle imprese, con l'obiettivo di sviluppare standard comuni per la produzione digitale. I due percorsi, seppur indipendenti, hanno contribuito alla diffusione globale del concetto di **Smart Manufacturing**, oggi considerato sinonimo di Industria 4.0.

1.1 Definizione

Data l'importanza del concetto che nel tempo si stava delineando, sono stati numerosi i studiosi e le istituzioni ad aver proposto delle definizioni di Industria 4.0. Tra le più autorevoli, si possono citare:

- «Industria 4.0 o Manifattura Intelligente è la quarta rivoluzione industriale. Rappresenta un nuovo paradigma e consiste nella convergenza di tecnologie ICT e manifatturiere all'avanguardia. Fornisce una solida base per prendere decisioni efficaci e ottimizzate attraverso sistemi decisionali più rapidi e accurati.»
- «Industria 4.0 rappresenta un concetto di manifattura intelligente fondato sulla rete, in cui le macchine e i prodotti interagiscono tra loro senza il bisogno di un intervento umano.»
- «L'Internet of Things Industriale è la base per un nuovo sistema organizzativo e gestionale delle value chain e che consente di rendere la produzione altamente flessibile, efficiente e personalizzabile sulle esigenze del cliente, mantenendo volumi di massa.»
- «Industria 4.0 riguarda l'integrazione tecnica dei sistemi cyber-fisici (CPS) nella manifattura e nella logistica, e l'impiego di Internet of Things (IoT) e Internet of Services nei processi industriali. Ciò comporta implicazioni rilevanti per la generazione di valore, i modelli di business e l'organizzazione del lavoro.»

Queste definizioni mettono in evidenza tre aspetti fondamentali dell'Industria 4.0: l'automazione intelligente, la comunicazione tra sistemi ed oggetti, e l'utilizzo massivo di dati al fine di ottimizzare i processi decisionali e produttivi.

1.2 Smart Factory e le Tecnologie abilitanti

Il cuore pulsante dell'Industria 4.0 è figurativamente rappresentato dalla cosiddetta “**Fabbrica intelligente**” (**Smart Factory**): un ambiente produttivo nel quale macchine, sistemi e persone sono connessi tra loro in tempo reale. Le risorse in questione, sia materiali che immateriali, sono integrate lungo tutta la **catena del valore**, dall'approvvigionamento alla produzione, fino alla distribuzione e al post-vendita.

L'obiettivo è realizzare un sistema produttivo **flessibile, personalizzabile, reattivo e autosufficiente**, capace di rispondere con rapidità e reattività ai cambiamenti del mercato e ai bisogni del cliente.

Uno degli elementi distintivi di questo nuovo paradigma che verrà tra poco descritto è l'impiego delle **tecnologie abilitanti**, che costituiscono la base tecnica per la trasformazione digitale. Secondo la **Commissione Europea**, si tratta di tecnologie “*ad alta intensità di conoscenza, associate a forti*

investimenti in ricerca e sviluppo, cicli di innovazione rapidi, occupazione qualificata e impatti trasversali”.

Il **Piano Nazionale “Impresa 4.0”** del Ministero dello Sviluppo Economico, ispirato ad uno studio della BCG - Boston Consulting Group, individua **nove tecnologie abilitanti principali** come di seguito:

1. Internet of Things (IoT)

Una definizione particolarmente efficace di Internet of Things (IoT) è stata proposta dallo studioso Rob van Kranenburg, che lo descrive come:

“a dynamic global network infrastructure with self-configuring capabilities based on standard and interoperable communication protocols where physical and virtual ‘Things’ have identities, physical attributes, and virtual personalities and use intelligent interfaces, and are seamlessly integrated into the information network.”

In origine, il termine IoT era strettamente legato all’uso della tecnologia **RFID** (Radio-Frequency Identification), la cui nascita risale agli anni ’40, quando il sistema **Identification Friend or Foe** (IFF) venne sviluppato dagli inglesi durante la Seconda guerra mondiale per distinguere gli aerei amici da quelli nemici. Gli RFID sono microchip che consentono la trasmissione wireless delle informazioni relative ad un oggetto attraverso un tag, leggibile da un altro dispositivo ricevente. Collegando quest’ultimo a una rete internet, è possibile identificare e monitorare in tempo reale l’oggetto cui è associato.

Con il passare del tempo, il concetto di IoT si è evoluto includendo una gamma più ampia di tecnologie, tra cui i **Wireless Sensor Network** (WSN), gli attuatori, il **Global Positioning System** (GPS) e la **Near Field Communication** (NFC). Tra queste, RFID e WSN sono rimaste le più diffuse, poiché rappresentano tra tutte quelle tecnologie più general purpose, ovvero altamente versatili e pervasive. Una volta introdotte in un punto della filiera produttiva, i loro benefici tendono a propagarsi rapidamente lungo tutta la catena del valore, sia a monte che a valle. Le applicazioni dell’IoT sono oggi presenti nei più svariati settori, dalla logistica alla sanità, fino a trovare utili applicazioni nell’ambito militare e della difesa.

I WSN sono sistemi composti da trasmettitori e ricevitori radio, sensori, microcontrollori e fonti di alimentazione. A differenza degli RFID, i WSN permettono una comunicazione più complessa, grazie alla cosiddetta multi-hop communication, che consente ai nodi di

comunicare tra loro secondo diverse strutture di rete. Gli RFID, al contrario, operano generalmente con una logica uno-a-uno, senza alcune capacità cooperative.

L'integrazione di queste due tecnologie ha avuto un impatto significativo nello sviluppo e nella diffusione dell'IoT. Attualmente, le principali sfide affrontate dalla comunità scientifica e tecnologica riguardano elementi fondamentali per garantire l'interoperabilità e l'integrazione tra sistemi eterogenei, come:

- lo sviluppo di algoritmi di gestione e di aggregazione dei dati;
- il miglioramento dell'efficienza energetica dei dispositivi;
- la standardizzazione e la sicurezza dei protocolli di comunicazione.

In parallelo all'IoT, si è sviluppato il concetto di **Cyber-Physical Systems** (CPS), ossia dei sistemi hybrid composti da entità computazionali e fisiche strettamente interconnesse, capaci di integrare il mondo reale con quello virtuale attraverso il trasferimento continuo di dati, e ciò impone una progettazione che includa algoritmi intelligenti, componenti fisiche interattive, reti IoT e un collegamento con gli ecosistemi nei quali la tecnologia, l'ambiente e la società cooperano in modo sinergico (le Smart & Connected Communities - S&CC).

2. Big Data

Si parla di Big Data quando il volume di dati generato risulta talmente ampio, rapido e variegato da rendere necessario l'utilizzo di strumenti e metodologie avanzate per poterli analizzare e trasformare in informazioni utili o conoscenza. La crescente diffusione di dispositivi connessi, sensori intelligenti e interazioni digitali ha reso i Big Data una componente fondamentale non solo in ambito scientifico ed industriale, ma anche nella vita quotidiana (come dati provenienti dai social network per il marketing).

I Big Data stanno modificando profondamente i meccanismi decisionali in diversi settori economici, e il trend di crescita non mostra alcun segno di rallentamento. Le modalità di memorizzazione dei dati si distinguono principalmente in tre categorie:

- **Dati strutturati**, organizzati secondo schemi rigidi, come tabelle relazionali;
- **Dati non strutturati**, privi di uno schema fisso, tipici del mondo digitale (e-mail, immagini, video, contenuti social, ecc.);
- **Dati semi-strutturati**, con caratteristiche intermedie, che presentano una certa organizzazione ma non rientrano nei modelli tradizionali.

Uno dei modelli concettuali più utilizzati per descrivere le caratteristiche dei Big Data è quello delle **3V**, introdotto da Douglas Laney nel 2001, nel contesto della gestione dei dati generati dall'e-commerce. Il modello è stato successivamente esteso a **5V**, tuttora considerato un riferimento per comprendere al meglio le dinamiche legate alla gestione dei dati digitali:

- ***Volume***

Indica l'enorme quantità di dati generata e impone l'uso di infrastrutture IT adeguate, capaci di archiviare ed elaborare informazioni in modo efficiente.

- ***Velocity***

Si riferisce alla rapidità con cui i dati vengono prodotti, trasmessi ed elaborati. In molti ambiti, come quello industriale, è cruciale che i dati vengano analizzati in tempo reale, affinché possano essere utilizzati a supporto delle decisioni operative.

- ***Variety***

Riguarda la diversità delle fonti e dei formati dei dati: testuali, numerici, immagini, video, flussi da sensori IoT, e molte altre sono tutti dati con diversa origine e formattazione. La gestione di questa eterogeneità richiede l'adozione di tecnologie e infrastrutture dedicate che consentono di immagazzinare e processare i dati non strutturati su larga scala.

- ***Value***

Rappresenta il beneficio economico potenziale derivante dall'utilizzo dei dati. La capacità di estrarre valore dai dati dipende da come essi vengono analizzati, interpretati e integrati nei processi decisionali aziendali. Non è semplice da determinare ex ante, ma risulta essenziale per giustificare gli investimenti in raccolta e in analisi.

- ***Veracity***

Si riferisce alla qualità e affidabilità del dato, ovvero alla sua accuratezza, consistenza e completezza. Come facilmente deducibile, un'analisi basata su dati incompleti o errati può portare a decisioni non corrette o controproducenti.

3. Cloud Computing

Il termine Cloud Computing si riferisce a una tecnologia informatica che consente

l'elaborazione e/o l'archiviazione dei dati tramite Internet, senza la necessità di possedere fisicamente l'infrastruttura hardware, come i database server (su larga scala) e gli hard disk. Questa tecnologia offre prestazioni elevate a costi relativamente contenuti, poiché permette una gestione efficiente delle risorse digitali attraverso la loro condivisione, allocazione dinamica e scalabilità. Le imprese, infatti, possono accedere a risorse computazionali flessibili, attivabili e ampliabili secondo i propri reali fabbisogni, senza l'obbligo di investimenti fissi in infrastrutture IT.

Uno dei principali vantaggi del cloud risiede nella possibilità di ottimizzare la pianificazione degli investimenti, evitando sprechi e consentendo un'espansione graduale delle risorse tecnologiche solo quando effettivamente necessaria. A supporto di questa flessibilità, il Cloud Computing si articola in diverse tipologie di servizi, che si distinguono in base al livello di controllo, accesso e infrastruttura richiesti dall'utente:

- ***Hardware as a Service (HaaS):***

Consiste nell'utilizzo dell'hardware messo a disposizione da un fornitore. I dati inviati dall'utente vengono elaborati dal sistema remoto e poi restituiti. Si tratta di un servizio altamente scalabile e flessibile, adatto a soddisfare esigenze variabili.

- ***Software as a Service (SaaS):***

In questo modello, l'utente utilizza software ospitati su server remoti, tipicamente accessibili via web. Non è richiesta alcuna installazione locale, né gestione della manutenzione, in quanto tutti gli aggiornamenti sono centralizzati.

- ***Data as a Service (DaaS):***

Fornisce accesso remoto a set di dati archiviati e gestiti da provider esterni. L'utente può consultare o elaborare tali dati senza doverli conservare localmente.

- ***Platform as a Service (PaaS):***

Si tratta dell'utilizzo di un'intera piattaforma software composta da ambienti, strumenti di sviluppo e librerie. Questo modello è pensato per sviluppatori che vogliono creare, testare e distribuire applicazioni in cloud, senza preoccuparsi dell'infrastruttura sottostante.

- ***Infrastructure as a Service (IaaS):***

Fornisce all'utente un'infrastruttura IT completa in modalità virtualizzata: server, capacità di rete, sistemi di archiviazione, backup e sicurezza. Il cliente può gestire e configurare in autonomia le risorse hardware virtuali secondo le proprie esigenze.

4. Autonomous Robots - Advanced Manufacturing Solutions

Con il termine robot industriale si fa riferimento ad un sistema mecatronico costituito da una componente meccanica, deputata all'esecuzione delle operazioni fisiche, e da una parte elettronica, responsabile della programmazione, del controllo e della supervisione del sistema. Sebbene oggi i robot siano associati alle tecnologie più avanzate, la loro diffusione nel settore manifatturiero risale agli anni Settanta, quando l'avvento della microelettronica rese possibili l'automazione di alcune attività ripetitive e potenzialmente pericolose per l'uomo.

Nel corso del tempo, le funzionalità dei robot industriali si sono notevolmente ampliate, anche grazie all'integrazione con altre tecnologie abilitanti come l'Internet of Things (IoT), l'Intelligenza Artificiale, i Big Data e il cloud computing, che ne hanno aumentato l'autonomia, la capacità di apprendimento e l'adattabilità ai contesti produttivi.

Attualmente siamo giunti alla **quarta generazione di robot industriali**, rappresentata dai cosiddetti **robot collaborativi**, o **cobot**. A differenza dei robot tradizionali, i cobot sono progettati per lavorare fianco a fianco con l'uomo all'interno dello stesso spazio operativo, garantendo elevati standard di sicurezza.

Questi dispositivi sono dotati di sensori avanzati, in grado di rilevare in tempo reale l'ambiente circostante e di reagire ad eventuali ostacoli o a movimenti umani. La loro struttura è generalmente leggera e flessibile, grazie all'utilizzo di materiali come l'alluminio e i polimeri tecnici (es. polipropilene), che li rende adatti a interagire fisicamente con l'operatore senza pericolo di infortuni.

I cobot non si limitano a svolgere compiti ripetitivi, ma sono progettati per collaborare con gli operatori umani, agevolandoli nelle operazioni più faticose, pericolose o ad alta precisione. Questo tipo di interazione uomo-macchina consente di coniugare i vantaggi dell'automazione con la flessibilità e l'intelligenza decisionale dell'uomo, aprendo nuove prospettive nell'organizzazione dei processi produttivi.

I robot collaborativi stanno progressivamente trasformando interi settori industriali, come la **logistica**, **l'automazione**, **l'assemblaggio di precisione** e **la manutenzione predittiva**, contribuendo ad una significativa ottimizzazione dell'efficienza operativa. Grazie alla loro

adattabilità, i cobot risultano particolarmente indicati per le PMI, che necessitano di soluzioni automatizzate scalabili e facilmente integrabili nei processi esistenti.

Il **tasso di adozione** di questi strumenti è in **costante crescita**. Secondo l'*IDC Spending Guide*, nel solo 2019 la spesa globale per le tecnologie legate alla robotica è stata di circa 105 miliardi di dollari, a conferma del ruolo strategico che i robot stanno assumendo nel contesto della transizione verso l'Industria 4.0.

5. Cyber Security

Nel contesto che stiamo descrivendo dell'Industria 4.0, caratterizzato da elevata interconnessione tra dispositivi, macchine e sistemi informativi, la cybersecurity assume un ruolo strategico ed imprescindibile. La crescente digitalizzazione dei processi produttivi comporta infatti l'esposizione a rischi informatici sempre più sofisticati, che possono compromettere la sicurezza dei dati, la continuità operativa, la riservatezza delle informazioni aziendali, e che potenzialmente potrebbero minare prepotentemente il business dell'azienda colpita.

La cybersecurity non riguarda soltanto la protezione tecnica dei sistemi IT, ma deve essere interpretata anche come un approccio integrato, sia tecnologico che organizzativo, volto alla gestione proattiva delle minacce e alla tutela dell'intero ecosistema digitale dell'impresa. In ambito industriale, dove le reti OT (Operational Technology) comunicano direttamente con i sistemi IT, è fondamentale adottare politiche di sicurezza multilivello, capaci di prevenire accessi non autorizzati, attacchi ransomware, interruzioni di servizio e fughe di dati sensibili.

Investire nella sicurezza informatica significa quindi garantire la continuità dei processi, la conformità alle normative in materia di protezione dei dati (es. GDPR), e rafforzare la fiducia degli stakeholder nei confronti dell'impresa digitalmente evoluta.

6. Augmented & Virtual Reality

Tra le tecnologie ottiche emergenti, **la realtà aumentata (AR)** e **la realtà virtuale (VR)** rappresentano alcune delle soluzioni più diffuse e promettenti per l'innovazione dei processi industriali. Come suggerisce la terminologia stessa, la realtà aumentata consiste nella sovrapposizione di elementi digitali alla percezione visiva del mondo reale, arricchendo l'esperienza dell'utente con informazioni e contenuti contestuali. La realtà virtuale, invece, prevede l'immersione completa in un ambiente artificiale, generato digitalmente, che sostituisce la percezione dell'ambiente fisico.

Nel settore manifatturiero, queste tecnologie trovano applicazione in diverse fasi del ciclo produttivo, ma l'ambito in cui esprimono il massimo potenziale è il *design* e la *progettazione di componenti complessi*. In settori ad alta precisione come l'automotive o il biomedico, ad esempio, l'impiego della realtà aumentata consente di simulare l'applicazione di un modello avanzato di meccanica, piuttosto che quello di una protesi su un paziente prima della sua realizzazione tramite stampa 3D. Questa simulazione permette di verificarne la compatibilità morfologica, riducendo gli errori ed abbattendo i costi legati alla prototipazione.

Oltre alla fase di progettazione, la realtà aumentata è sempre più utilizzata come strumento di supporto operativo. Grazie alla sua capacità di funzionare in tempo reale, è possibile fornire ai lavoratori istruzioni dinamiche e contestualizzate per lo svolgimento di operazioni complesse. Tali informazioni vengono visualizzate direttamente nel campo visivo dell'operatore attraverso dei visori o dei dispositivi mobili, solo nel momento in cui sono effettivamente necessarie, migliorando così la precisione e l'efficienza delle attività svolte.

Queste tecnologie, integrandosi con altri strumenti dell'Industria 4.0, rappresentano un potente alleato per la digitalizzazione dei processi produttivi, favorendo la riduzione degli errori, l'aumento della produttività e la formazione immersiva degli operatori.

7. Simulation

La simulazione digitale è una tecnologia abilitante che consente di riprodurre in ambiente virtuale un processo produttivo, un sistema logistico, un prodotto o una macchina, allo scopo di testarne il funzionamento, prevederne il comportamento e ottimizzarne le prestazioni prima della sua realizzazione fisica.

Tramite software avanzati e modelli matematici, è possibile valutare in modo preventivo scenari alternativi, identificare criticità potenziali, analizzare interazioni tra componenti e stimare performance in condizioni operative differenti. In ambito manifatturiero, la simulazione è utilizzata per supportare la progettazione, la produzione e la manutenzione predittiva, consentendo una drastica riduzione dei tempi di sviluppo, dei costi e del numero di prototipi fisici necessari.

L'uso delle simulazioni si rivela particolarmente efficace anche nell'ambito della formazione immersiva degli operatori e nel controllo in tempo reale dei processi produttivi, grazie all'integrazione con i gemelli digitali (digital twin). Questi ambienti virtuali rappresentano dunque uno strumento fondamentale per l'ottimizzazione della qualità, dell'efficienza e dell'affidabilità dei sistemi industriali.

8. Additive Manufacturing

La manifattura additiva, comunemente nota a molti come **stampa 3D**, comprende un insieme di tecnologie e processi finalizzati alla produzione di oggetti tridimensionali tramite l'aggiunta sequenziale di strati di materiale, partendo da un modello digitale. Tale approccio si contrappone alla tradizionale manifattura sottrattiva, nella quale il prodotto finale si ottiene asportando materiale da un blocco iniziale.

Il processo ha origine da un file **CAD** (*Computer-Aided Design*), che viene convertito in un formato compatibile con la stampa 3D, generalmente lo **STL** (*Standard Tessellation Language*). Una volta elaborato, il file viene inviato alla stampante, che costruisce il pezzo strato per strato, fino a completarne la forma. La fase finale del processo prevede operazioni di pulizia, rifinitura e post-lavorazione, necessarie per migliorare la qualità estetica e funzionale del componente prodotto.

Le tecniche più comuni per la produzione additiva includono:

- **Vibrazioni ultrasoniche**, impiegate per unire fogli sottili di materiale mediante attrito;
- **Laser**, utilizzati per fondere o sinterizzare materiali metallici o polimerici;
- **Fascio di elettroni**, tecnica ad alta precisione usata soprattutto per metalli in ambienti a vuoto.

L'intero processo si articola nelle seguenti fasi:

- a. **Progettazione** e sviluppo del modello digitale in 3D;
- b. **Conversione** del modello in un formato compatibile con la stampa (es. STL);
- c. **Trasmissione** del file alla stampante 3D;
- d. **Costruzione** dell'oggetto attraverso deposizione strato per strato;
- e. **Post-processing**: pulizia, rimozione di supporti, rifinitura superficiale.

Essa viene utilizzata soprattutto in comparti con esigenze di personalizzazione elevata, volumi produttivi contenuti e alta complessità geometrica. I settori in cui trova maggiore applicazione sono:

- **Automotive**: impiegata prevalentemente nella fase di prototipazione rapida, consente di ridurre tempi e costi legati allo sviluppo del prodotto, migliorando il time-to-market;
- **Aerospaziale**: utilizzata per la realizzazione di componenti complessi in materiali pregiati, dove è fondamentale minimizzare gli scarti e ottimizzare l'impiego della materia prima per contenere i costi di produzione.

Come si potrebbe intuire, questo approccio porta con sé diversi vantaggi ma altrettanti svantaggi. Ed è soprattutto proprio per questi ultimi che nonostante le sue potenzialità, la manifattura additiva non è ancora largamente diffusa in tutti i settori industriali:

Tabella 1. Pro e Cons dell'Additive

Pro	Cons
Efficienza dei materiali: riduzione significativa degli scarti	Limitazioni dimensionali: le dimensioni massime dei pezzi producibili sono ancora ridotte rispetto a quelle delle tecnologie convenzionali
Efficienza delle risorse: ottimizzazione dell'uso di energia e materiali	Alti costi iniziali: le stampanti 3D industriali comportano investimenti significativi
Flessibilità nella progettazione: possibilità di realizzare geometrie complesse difficilmente ottenibili con tecniche tradizionali	Accuratezza e finitura superficiale: i prodotti ottenuti presentano spesso superfici grezze, che richiedono ulteriori lavorazioni per poter essere impiegati come componenti finiti
Flessibilità produttiva: facilità di personalizzazione dei prodotti senza necessità di riconfigurare l'intera linea produttiva	

Pertanto, è vero che la manifattura additiva rappresenta una delle tecnologie più promettenti dell'Industria 4.0, grazie alla sua capacità di produrre oggetti complessi in tempi ridotti, con minor spreco di materiali e un'elevata flessibilità, la rende particolarmente adatta a un contesto produttivo orientato all'innovazione, alla customizzazione e alla sostenibilità. Ciononostante, per una sua diffusione su larga scala, sarà necessario superare alcune barriere tecnologiche ed economiche, oltre a favorire lo sviluppo di competenze specifiche nei processi di progettazione e gestione dei flussi digitali.

9. System Integration

L' integrazione dei sistemi è uno dei pilastri dell'Industria 4.0 e si riferisce alla capacità di connettere in modo coerente ed efficiente tutte le componenti del sistema produttivo, sia all'interno dell'azienda (**integrazione verticale**), sia lungo la catena del valore estesa (**integrazione orizzontale**).

- L'integrazione verticale implica il collegamento tra i diversi livelli aziendali – dalle macchine e sensori in produzione fino ai sistemi gestionali e decisionali (ERP, MES, PLM) – permettendo una comunicazione fluida e bidirezionale tra i reparti operativi e la direzione strategica.
- L'integrazione orizzontale riguarda invece la condivisione di dati e processi tra imprese, fornitori, clienti e partner, in un'ottica di supply chain integrata e collaborativa.

Una corretta system integration consente di ottenere una visione unificata e in tempo reale delle attività aziendali, migliorare il coordinamento tra le funzioni, aumentare la reattività ai cambiamenti del mercato e ridurre i tempi decisionali. Inoltre, l'interoperabilità tra sistemi eterogenei favorisce l'automazione dei flussi informativi e l'adozione di modelli produttivi più agili e orientati al cliente.

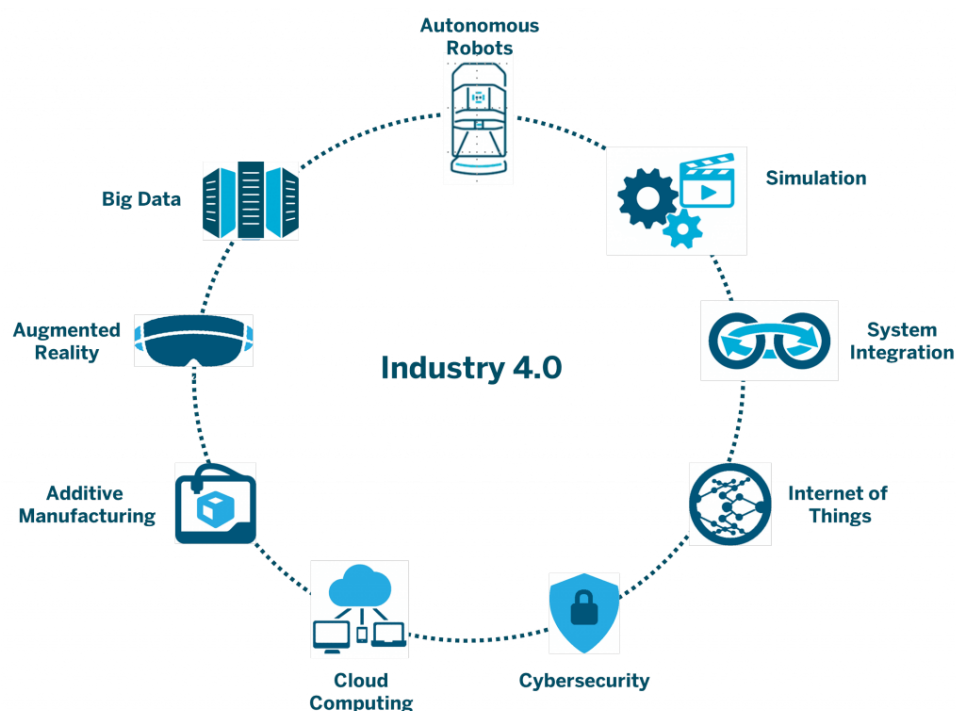


Figura 1. Le tecnologie abilitanti dell'industria 4.0

L'Industria 4.0 rappresenta quindi una **trasformazione strutturale** del sistema industriale, che va ben oltre l'adozione di nuove tecnologie. Essa richiede un cambiamento culturale, strategico e organizzativo, in cui le imprese sono chiamate a ripensare le proprie modalità produttive, le relazioni con clienti e fornitori, e il ruolo delle risorse umane. La sfida principale è accompagnare questo processo con politiche di formazione, sostegno agli investimenti e diffusione della cultura digitale, affinché il potenziale dell'Industria 4.0 possa tradursi in crescita economica, occupazione qualificata e competitività per l'intero sistema Paese.

1.3 Focus sull'Italia

L'ultima edizione disponibile, risalente al 2022, del **Digital Economy and Society Index**, conosciuto con la sigla di **DESI**, report elaborato dalla Commissione Europea per monitorare il livello di digitalizzazione degli Stati membri dell'Unione, colloca l'Italia al 18° posto su 27 paesi con un punteggio di 49.3 rispetto alla media europea di 52.3. L'andamento generale evidenzia un progresso ancora disomogeneo all'interno dell'Unione, sebbene si registrino segnali di convergenza

negli ultimi anni. Tra i Paesi che stanno recuperando terreno con maggiore rapidità figura proprio l'Italia, in particolare nei campi della connettività e dell'integrazione tecnologica.



Figura 2. Digital Economy and Society Index 2022-

Nonostante i progressi, persistono significative criticità, soprattutto sul fronte del capitale umano e delle competenze digitali, ambiti nei quali il nostro Paese continua a mostrare un ritardo strutturale rispetto agli stati membri, in particolare per quanto riguarda le PMI. L'attuale fase di trasformazione è fortemente influenzata dall'introduzione di nuove tecnologie abilitanti, che stanno modificando i modelli produttivi tradizionali, rendendoli più digitalizzati, interconnessi e automatizzati. Tali tecnologie generano soluzioni innovative attraverso processi di ricerca e sviluppo radicalmente nuovi, in grado di revitalizzare l'intero sistema produttivo.

Le tecnologie abilitanti assumono una valenza sistemica, poiché non solo accrescono il valore lungo tutta la catena produttiva, ma favoriscono l'innovazione in termini di processi, prodotti e servizi in ogni comparto economico. Tuttavia, la loro diffusione tra le imprese italiane risulta ancora disomogenea. Sempre secondo l'indice DESI, l'Italia occupa le ultime posizioni per quanto riguarda l'adozione concreta delle tecnologie digitali. Tale risultato è imputabile a due fattori strutturali radicate nel contesto territoriale italiano: da un lato, la prevalenza di imprese specializzate in produzioni a basso valore aggiunto; dall'altro, l'alta concentrazione di micro e piccole imprese, meno propense e meno attrezzate per sostenere investimenti digitali rilevanti.

1.3.1 Piano Nazionale Industria 4.0

In Italia, l'Industria 4.0 ha acquisito crescente importanza a partire dal 2016, quando il governo italiano ha introdotto il **Piano Nazionale Industria 4.0** (poi evoluto in Piano Impresa 4.0). Questo piano mirava a incentivare le imprese nell'adottare tecnologie innovative volte a migliorare la produttività e la competitività del sistema produttivo italiano.

Le principali misure adottate nell'ambito del Piano sono state poi suddivise in due gruppi, uno riguardante la competitività delle aziende ed uno orientato all'innovazione. Tra tutte, le seguenti sono sicuramente risultate quelle più utilizzate:

- **Iper e Super Ammortamento**

L'iperammortamento rappresenta un incentivo fiscale che consente una **supervalutazione del 250%** del costo di acquisizione di **beni materiali nuovi**, inclusi dispositivi e tecnologie abilitanti in ottica di trasformazione digitale per l'Industria 4.0. Tali beni devono essere interconnessi con i **sistemi interni** (ERP, software gestionali) o **esterni** (clienti, fornitori), ed essere identificabili in modo univoco, ad esempio tramite indirizzo IP.

Le principali peculiarità della normativa sono:

- L'incentivo si applica a **beni materiali interconnessi** ai sistemi aziendali tramite tecnologie digitali (IoT, sensori, ecc.);
- L'agevolazione riguardava investimenti in beni inclusi nell'elenco dell'Allegato A della **Legge di Bilancio 2017**, che comprendeva, ad esempio, robot collaborativi, sistemi di visione e sensoristica avanzata, macchine utensili automatizzate, magazzini automatizzati e dispositivi per la simulazione virtuale dei processi industriali;
- Possono essere soggetti alla normativa anche beni sotto contratto di **leasing**;
- Per i beni con un valore superiore a **500.000 euro**, è richiesta una **perizia tecnica** per attestare la conformità ai requisiti.

Il **superammortamento**, invece, prevede una **maggiorazione del 140%** del valore d'acquisto di **beni strumentali nuovi** (non necessariamente 4.0), anch'essi acquistabili in leasing. Questa norma nacque per favorire il rinnovo del parco macchine e delle attrezzature

produttive, migliorando l'efficienza delle imprese attraverso la modernizzazione degli impianti.

Entrambe le misure sono accessibili da **tutte le imprese italiane**, in maniera **automatica** al momento della redazione del bilancio.

- **Credito d'Imposta per la Ricerca e Sviluppo**

Il **credito d'imposta per R&S** era destinato a incentivare le attività di ricerca e sviluppo delle imprese. Riconosceva un **credito d'imposta pari al 50%** delle spese ammissibili, fino ad un massimo di **20 milioni di euro all'anno per beneficiario** (valido per il periodo dal 2017 al 2020).

Le spese agevolabili includono:

- contratti con le università, gli enti di ricerca e le startup;
- assunzione di personale tecnico ed altamente qualificato;
- ricerca fondamentale, industriale e sviluppo sperimentale;
- ammortamento di strumenti di laboratorio;
- competenze tecniche e privative industriali.

Anche le **imprese estere** con una stabile organizzazione sul suolo italiano possono accedere a questa misura, **fruibile automaticamente** indicando le spese nella dichiarazione dei redditi e nel bilancio.

- **Nuova Sabatini**

La **Nuova Sabatini** è una misura rivolta a **micro, piccole e medie imprese (MPMI)** che intendono investire in **beni strumentali nuovi**, quali macchinari, impianti, attrezzature e tecnologie digitali. Prevede un **contributo a parziale copertura degli interessi** su finanziamenti bancari, con un tasso agevolato che varia tra il **2.75% e il 3.57%**, per finanziamenti compresi tra **20.000 e 2.000.000 euro**. L'accesso all'agevolazione non è

automatico, ma è necessario presentare **una richiesta di finanziamento** ufficiale ad un istituto bancario o ad un intermediario finanziario, insieme alla **domanda di contributo**.

- **Patent Box**

Guardando prettamente all'innovazione, esiste il **Patent Box**, cioè un regime fiscale opzionale pensato per **rendere l'Italia più attrattiva** per gli investimenti in proprietà intellettuale. Consente una **riduzione del 50%** delle aliquote IRES e IRAP sui **redditi derivanti da beni immateriali** come i brevetti industriali, i marchi registrati, i disegni industriali ed i modelli, i know-how ed i software protetti da copyright (e quindi tutelati in Italia dalla normativa sul diritto d'autore).

L'agevolazione è valida per **5 anni** e può essere **rinnovata**, essa riguarda sia l'**utilizzo diretto** sia quello **indiretto** (come la concessione in licenza) dei beni intangibili, a condizione che l'impresa svolga **attività di ricerca e sviluppo** funzionali al mantenimento e allo sviluppo degli stessi.

- **Digital Innovation Hub e Competence Center**

Sono dei centri specializzati in innovazioni digitali, nati per supportare le imprese nell'adozione delle tecnologie 4.0, cercando di creare un ecosistema autosostenibile e favorendo le interazioni tra i membri. Lo scambio di informazioni e le possibili collaborazioni interdisciplinari sono tra i principali output degli Hub, spesso accompagnati da percorsi come **“Formazione 4.0”**, cioè programmi di credito d'imposta per l'aggiornamento delle competenze digitali rivolte alla forza lavoro.

- **Startup e PMI innovative**

Infine, il sistema italiano prevede un pacchetto di agevolazioni per **startup e PMI innovative**, volto a sostenerle durante tutte le fasi del ciclo di vita delle stesse. Il principale beneficio consiste in **detrazioni fiscali fino al 30%** per chi investe nel capitale di rischio di queste imprese.

Per accedere al regime agevolato, le imprese devono soddisfare specifici **requisiti di innovazione**, risulta quindi necessario rispettare almeno **uno** dei seguenti criteri per le *Startup innovative*:

- il 15% dei costi annui deve essere destinato ad attività di R&D;
- almeno 2/3 del personale deve essere in possesso di una laurea magistrale o 1/3 di un dottorato;
- titolarità di almeno un brevetto o di un software registrato.

Per le **PMI innovative**, i requisiti sono più flessibili:

- almeno il 3% dei costi annui deve essere destinato alla R&D;
- almeno 1/3 dei dipendenti deve essere laureato o 1/5 deve essere un dottore di ricerca;
- possesso di un brevetto o di un software registrato.

L'accesso al regime di agevolazioni non è automatico, ma l'impresa deve presentare un'**autocertificazione online**, attestante il possesso dei requisiti richiesti per accedere. La proposta **per le startup** ha una durata di **5 anni dalla costituzione** dell'impresa, così da poterla sostenere nel periodo più delicato, cioè quello iniziale.

1.3.2 Next Generation EU e Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)

Nel 2021, l'Unione Europea ha risposto alla crisi generata dalla pandemia globale da COVID-19 con il lancio del **Next Generation EU (NGEU)**, un ambizioso strumento finanziario da **1.074,3 miliardi di euro** destinato a sostenere la ripresa economica degli Stati membri dopo la forte crisi che il virus ha causato. L'obiettivo del programma non era soltanto quello di ricostruire l'economia dell'Europa post-pandemica, messa in ginocchio dalle chiusure commerciali dovute al lock-down, ma anche di

guidarla verso un futuro **più verde, digitale e resiliente**, con una particolare attenzione alle nuove generazioni. In tal senso, nel suo primo discorso sullo stato dell'Unione al Parlamento Europeo, la Presidente della Commissione Ursula Von der Leyen annunciò che **il 20% delle risorse del NGEU sarebbero stati destinati alla transizione digitale**.

Il NGEU rappresenta un programma senza precedenti per portata e ambizione, volto a finanziare **investimenti e riforme** finalizzati ad accelerare la **transizione ecologica e digitale**, rafforzare la **formazione professionale**, e promuovere una **maggiore equità di genere, territoriale e generazionale**.

Per l'Italia, il NGEU costituisce un'occasione per rilanciare lo sviluppo economico attraverso **interventi strutturali, investimenti mirati e riforme profonde**. Il Paese è chiamato a modernizzare la pubblica amministrazione, rafforzare il sistema produttivo e intensificare gli sforzi nella lotta contro la povertà, l'esclusione sociale e le disuguaglianze. Il piano europeo rappresenta, dunque, una concreta opportunità per riprendere un **percorso di crescita sostenibile e duratura**, superando gli ostacoli che per decenni hanno limitato il potenziale economico italiano.

Uno dei principali freni alla crescita del Paese è stato il **rallentamento della produttività** rispetto alla media europea. Secondo un rapporto del Governo italiano, tra il 2001 e il 2019 la **produttività totale dei fattori** – indicatore che misura l'efficienza complessiva dell'economia – è diminuita del **6.2%**, in netta controtendenza rispetto all'incremento registrato nella maggior parte dei Paesi dell'UE.

Tra le cause di questo andamento insoddisfacente vi è l'**incapacità di cogliere le opportunità offerte dalla rivoluzione digitale**, un limite che ha coinvolto sia il settore pubblico sia quello privato, entrambi caratterizzati da una diffusa **scarsa familiarità con le tecnologie digitali**.

Già nel 2016, sulla base delle linee guida europee, l'Italia aveva avviato il **Piano Industria 4.0** (*capitolo 1.3.1.*), con l'intento di incentivare le imprese a intraprendere un processo di **trasformazione digitale**, attraverso l'adozione di tecnologie innovative. Due anni più tardi, tale iniziativa è stata ampliata e rinominata **Piano Nazionale Impresa 4.0** nel 2018, rafforzando ulteriormente il sostegno alla digitalizzazione del tessuto produttivo nazionale.

Attualmente, il Piano Nazionale Transizione 4.0 rappresenta l'evoluzione più recente delle politiche industriali avviate in Italia nel 2017 con il Piano Industria 4.0. Tale iniziativa è oggi sostenuta dal **Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)**, finanziato dal programma europeo Next Generation EU, che ha portato nel biennio 2021-2022 un'erogazione complessiva di 24 miliardi di euro per incentivare gli investimenti privati ed offrire maggiore stabilità e certezza alle imprese.

All'Italia è stato assegnato **l'importo maggiore tra tutti gli Stati membri**: circa **191.5 miliardi di euro**, di cui **68.9 miliardi a fondo perduto** e i restanti **122.6 miliardi in prestiti agevolati**, a cui si

aggiungono ulteriori risorse nazionali (Fondo Complementare), per un totale complessivo di **oltre 235 miliardi di euro**, a dimostrazione del fatto di essere una delle nazioni, se non l'unica, che davvero necessitava di una tale manovra con simile entità e con le maggiori possibilità di poterla sfruttare al meglio.

Il PNRR si struttura attorno ad un articolato programma di riforme ed investimenti, organizzato in **6 Missioni e 16 Componenti**. Le sei missioni riguardano:

-  **Digitalizzazione, innovazione, competitività e cultura**
-  **Rivoluzione verde e transizione ecologica**
-  **Infrastrutture per una mobilità sostenibile**
-  **Istruzione e ricerca**
-  **Inclusione e coesione**
-  **Salute**

LE SEI MISSIONI



Figura 3. Le sei missioni del PNRR, valori espressi in miliardi di

Parallelamente agli investimenti, il Piano promuove un'ambiziosa agenda di riforme strutturali, che include la modernizzazione della pubblica amministrazione, la riforma del sistema giudiziario, la semplificazione delle normative ed il rafforzamento della concorrenza. Questi interventi possono avere un impatto diretto ed indiretto sul contesto operativo delle PMI, migliorandone il contesto regolatorio e operativo.

Per le piccole e medie imprese italiane, il PNRR può rappresentare un'opportunità senza precedenti per rafforzare la trasformazione digitale e migliorare la competitività. Tuttavia, molte di esse potrebbero incontrare difficoltà legate alla complessità burocratica o ad una struttura organizzativa poco preparata a gestire e implementare progetti innovativi su larga scala.

A tal proposito, il PNRR include misure specifiche a favore delle PMI, finalizzate a sostenere i processi di internazionalizzazione – valorizzando ad esempio il Made in Italy – e lo sviluppo di filiere industriali strategiche e innovative.

Rispetto ai precedenti programmi di incentivazione (come l'iper-ammortamento), il nuovo piano prevede un **ampliamento della platea dei beneficiari**, una maggiore flessibilità nelle spese ammissibili, percentuali di credito più elevate ed un innalzamento dei massimali per gli investimenti agevolabili.

In sintesi, il Piano Transizione 4.0, nell'ambito del PNRR, si configura come l'evoluzione naturale delle precedenti politiche industriali italiane avviate nel 2017 con il Piano Nazionale Industria 4.0, il cui scopo era quello di rilanciare la competitività del sistema produttivo attraverso una forte spinta alla digitalizzazione ed all'adozione delle tecnologie emergenti. Nel 2024 è stato annunciato il **Piano Transizione 5.0**, con focus su:

- **Supercredito d'imposta per investimenti green e digitali;**
- **Incentivi per l'efficienza energetica dei processi industriali;**
- **Fondo per l'innovazione e le startup tech.**

L'Italia, con la sua forte tradizione manifatturiera, ha adottato l'Industria 4.0 soprattutto nei settori dell'automazione industriale, della robotica e della meccatronica. L'adozione delle nuove tecnologie ha portato benefici significativi in termini di:

- **Incremento della produttività**, attraverso processi più efficienti e automatizzati;
- **Miglioramento della qualità**, grazie al monitoraggio in tempo reale della produzione;
- **Maggiore flessibilità** nella gestione delle linee produttive e nella personalizzazione dei prodotti.

Le PMI (Piccole e Medie Imprese), che costituiscono il cuore del tessuto industriale italiano, hanno progressivamente integrato le tecnologie digitali, spesso grazie a collaborazioni con i centri di ricerca e con i poli tecnologici.

1.3.3 Requisiti, beneficiari e documentazioni richieste

I **requisiti** per poter accedere agli incentivi e alle agevolazioni previsti dai piani Industria 4.0, Transizione 4.0 e Transizione 5.0 variano a seconda della misura specifica. Di seguito, una panoramica generale dei principali requisiti per le diverse tipologie di agevolazioni:

Tabella 2. Requisiti e Beneficiari delle principali agevolazioni

	Beneficiari	Requisiti
Credito d'Imposta per Investimenti in Beni Strumentali (ex Iper e Super amm.)	➤ Imprese residenti in Italia, indipendentemente da forma giuridica, settore economico e dimensione. ➤ Anche le stabili organizzazioni di soggetti non residenti.	1. Investimenti in beni strumentali nuovi funzionali alla trasformazione digitale dell'impresa. 2. I beni devono rientrare nelle categorie previste dalla normativa, come macchinari connessi, software, e soluzioni digitali avanzate (IoT, robotica, ecc.). 3. L'impresa deve essere in regola con gli obblighi contributivi e fiscali (DURC). 4. Per i beni di valore superiore a 300.000 euro è obbligatoria una perizia tecnica asseverata o una dichiarazione del legale rappresentante.
Credito d'Imposta per Ricerca, Sviluppo e Innovazione	➤ Tutte le imprese residenti in Italia, indipendentemente da forma giuridica, settore e dimensione.	Le attività devono rientrare nelle seguenti categorie: 1. Ricerca fondamentale. 2. Ricerca industriale. 3. Sviluppo sperimentale. 4. Sono ammissibili anche progetti volti alla transizione ecologica, innovazione digitale 4.0 e innovazione di design.

		5. Documentazione tecnica obbligatoria e certificazione dei costi sostenuti.
Credito d'Imposta Formazione 4.0		1. Formazione del personale dipendente su tematiche legate alle tecnologie 4.0 (big data, cloud computing, cyber security, ecc.). 2. La formazione deve essere documentata tramite registri e attestati rilasciati dagli enti formativi accreditati.
Nuovo Piano Transizione 5.0 (2024-2025)		1. Investimenti in beni strumentali che favoriscano sia la digitalizzazione sia la transizione energetica. 2. È richiesta la dimostrazione del risparmio energetico ottenuto grazie agli investimenti. 3. Le imprese devono effettuare una comunicazione preventiva al Ministero delle Imprese e del Made in Italy (MIMIT) e presentare una relazione tecnica sui risultati raggiunti.
Fondo per l'Innovazione e Startup Tech	➤ Imprese emergenti e startup innovative con progetti tecnologici avanzati.	1. Presentazione di un progetto innovativo con un chiaro potenziale di sviluppo tecnologico. 2. Disponibilità di un piano di business dettagliato e realistico.

Indipendentemente dalla misura agevolativa scelta, le imprese devono in generale seguire le seguenti linee guida:

- ✓ Essere in regola con le normative in materia di sicurezza sul lavoro
- ✓ Non essere sottoposte a procedure concorsuali o in liquidazione giudiziaria (ex procedure fallimentari)
- ✓ Presentare una corretta documentazione fiscale e tecnica, tra cui:
 - ❖ Una perizia tecnica asseverata (per beni sopra i 300.000 €);
 - ❖ Una certificazione dei costi da parte di un revisore legale;
 - ❖ Una documentazione contabile e amministrativa comprovante le spese;
 - ❖ Relazioni tecniche che descrivano i benefici derivanti dagli investimenti.

2 Report sulle imprese italiane

Le piccole e medie imprese (PMI) costituiscono la vera e propria spina dorsale del sistema produttivo italiano. Negli ultimi anni, tuttavia, si trovano ad affrontare un contesto in profonda e perenne trasformazione, caratterizzato da una crescente competizione globale e da una rapida evoluzione tecnologica. Per mantenere la propria competitività, le PMI devono sviluppare una capacità proattiva di innovazione, sia di prodotto che di processo. In questo scenario, l'adozione delle tecnologie dell'Industria 4.0 rappresenta una leva fondamentale per rilanciare produttività, qualità e flessibilità operativa.

Affinché l'introduzione di queste tecnologie generi benefici reali, è essenziale che le PMI siano in grado di comprendere a fondo le potenzialità applicative delle soluzioni 4.0, al fine di evitarne un'implementazione superficiale o, molto peggio, inefficace. Tuttavia, numerosi vincoli strutturali limitano la capacità delle PMI di intraprendere percorsi di trasformazione digitale. Tra i principali ostacoli si annoverano:

1. **limitata disponibilità di risorse finanziarie;**
2. **carenza di competenze manageriali e tecniche;**

3. **scarsa conoscenza delle politiche di incentivazione e delle opportunità formative;**
4. **difficoltà di integrazione con le infrastrutture aziendali preesistenti.**

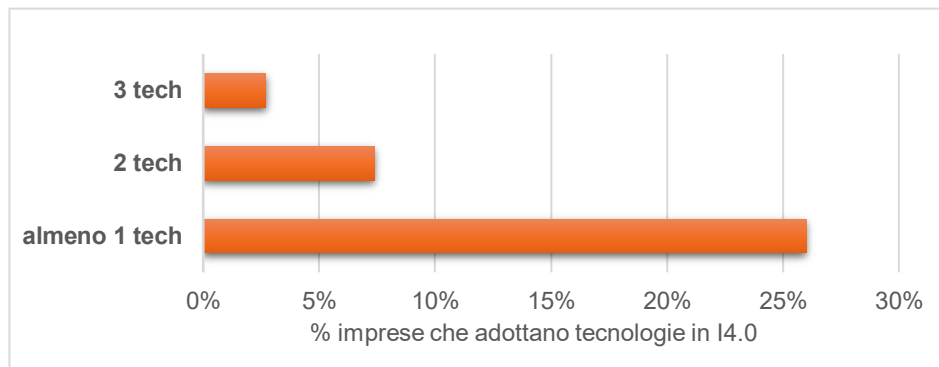
L'elevato costo degli investimenti in innovazione e ricerca rappresenta spesso un deterrente per le imprese di piccola dimensione, che temono il rischio di scarsa efficacia o di ritorno economico incerto. Nonostante ciò, le tecnologie dell'Industria 4.0 offrono alle PMI nuove opportunità di posizionamento competitivo, consentendo una maggiore personalizzazione dell'offerta, il miglioramento della qualità dei servizi, l'accesso a nicchie di mercato e l'ottimizzazione dei costi operativi.

2.1 RIL-INAPP

La varietà e la complessità delle tecnologie coinvolte rende però l'adozione del paradigma 4.0 un percorso non sempre lineare. Risulta intuibile quindi che la combinazione simultanea di tecnologie differenti (hardware, software, connettività) rappresenta una sfida notevole, soprattutto per le PMI. Di fatti in molti casi, queste imprese optano per un approccio basato su singole tecnologie, più gestibile in termini organizzativi ma meno efficace sul piano dei ritorni in termini di produttività.

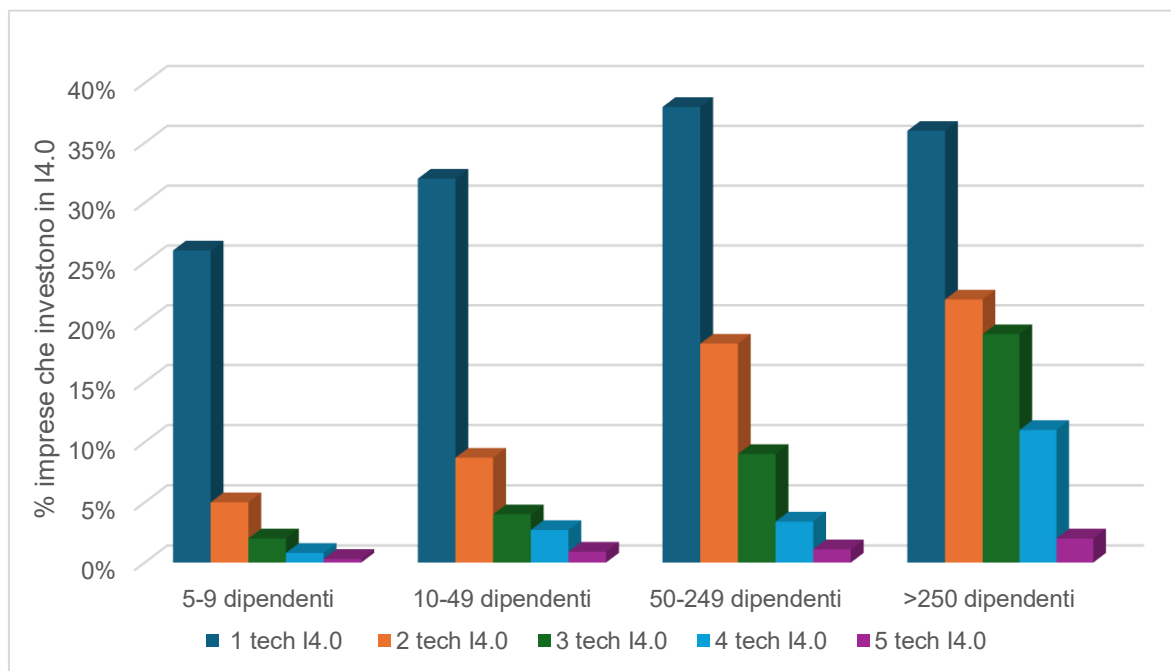
A supporto di quanto appena esposto, secondo **un'indagine RIL-INAPP** (Rilevazione Impresa e Lavoro – RIL) (Istituto Nazionale per l'Analisi delle Politiche Pubbliche – INAPP) riferita al triennio 2015–2017, solo il 26% delle imprese italiane ha investito in almeno una tecnologia 4.0 (*“almeno 1 tech”*), mentre appena il 7.4% ha adottato due tecnologie (*“2 tech”*) e solo il 2.7% tre (*“3 tech”*). L'approccio **"multi-tecnologia"** resta quindi poco diffuso, e ciò riflette una certa eterogeneità in termini di dimensione aziendale, di settore di appartenenza e di localizzazione geografica.

Grafico 1. RIL-INAPP 2015-2017, indagine sulle adozioni Industria 4.0,



In particolare, così come riportato nel *Grafico 2* di seguito, si può notare come questo approccio multi-innovativo cambi a seconda della dimensione d'impresa. Chiaramente, imprese più grandi hanno a disposizione capitali maggiori da poter investire in più innovazioni tecnologiche, arrivando ad avere un ventaglio di investimenti diversificato a seconda delle necessità di business. Ma non si parla della sola disponibilità economica, il più delle volte è l'approccio che il top management decide di attuare in materia di innovazione, dal contesto geo-politico delle regioni e dalla rete di imprese che ne fanno parte che gioca un ruolo cardine.

Grafico 2. RIL-INAPP 2015-2017, Percentuale delle imprese che investono in Industria 4.0 per dimensione, Italia



La propensione all'adozione, almeno empiricamente, pare crescere con la dimensione d'impresa: si passa dal 33% nelle piccole imprese al 77% nelle grandi, mentre l'adozione simultanea di cinque tecnologie coinvolge solo lo 0.3% delle microimprese (5-9 dipendenti) e l'1.2% delle grandi imprese. In media, la tecnologia più adottata è la **cybersecurity** (33.9%), dato a sostegno del ruolo cruciale che questa tecnologia abilitante gioca nello scacchiere strategico delle imprese per la loro tutela dalle minacce informatiche. Sfortunatamente altre tecnologie come robotica, big data e realtà aumentata risultano ancora marginali, con rispettivamente il solo 5.1% e il 2.5% di tasso d'adozione. Tali investimenti risultano più diffusi nelle regioni del Nord e nei settori ad alta intensità tecnologica come la manifattura, sottolineando quella che è ormai una conclamata divisione tra il meridione d'Italia con il settentrione, che affonda le sue radici sin dalla genesi del nostro Paese.

Tabella 3. RIL-INAPP 2015-2017, Percentuale delle imprese per tipologia di innovazione, con particolare per dimensione e area geografica italiana

Dimensioni imprese	IoT	Robotica	Big Data	Realtà Aumentata	Cybersecurity
5-9	6.4%	2.6%	3.4%	1.9%	29.3%
10-49	7.6%	5.9%	6.7%	2.7%	34.9%
50-249	14%	14.1%	14.3%	4.7%	53.4%
>250	28.1%	21.8%	27.4%	9.4%	68.2%
Area Geografica					
Nord ovest	8.3%	5.8%	5.6%	3.4%	38.9%
Nord est	8.8%	6.1%	6.1%	2.1%	34.2%
Centro	7%	3.9%	6.8%	2.2%	29.1%
Sud e isole	5.8%	3.4%	5%	2%	29.7%

Nonostante la diffusione ancora limitata, le evidenze dimostrano che l'adozione delle tecnologie 4.0 ha un impatto positivo sulla produttività del lavoro. Le PMI adottanti hanno registrato un incremento medio della produttività del 7% nel periodo osservato, con un picco del 5.8% nell'anno di adozione e del 6.1% nell'anno successivo. Tuttavia, l'effetto tende a decrescere nel tempo ed avere un andamento a U rovesciata, suggerendo che una diversificazione eccessiva delle tecnologie adottate possa portare ad una riduzione dell'efficienza, soprattutto nelle imprese più piccole e meno strutturate.

Pertanto, risulta fondamentale che le imprese pianifichino l'adozione delle tecnologie 4.0 in modo progressivo e coerente con le proprie capacità organizzative, ponderando le risorse ed evitando approcci eccessivamente ambiziosi o disorganici. La selezione delle tecnologie dovrebbe avvenire in base al settore di appartenenza, poiché l'efficacia delle soluzioni varia sensibilmente tra comparti.

Un fattore determinante nel successo dell'innovazione è la capacità dell'impresa di **acquisire ed internalizzare conoscenze**, anche attraverso la collaborazione con soggetti esterni, come università, centri di competenza, istituti tecnici superiori ed altre imprese. In tal senso, i **Competence Center** italiani stanno giocando un ruolo sempre più attivo nell'accompagnamento delle PMI, grazie a modelli di supporto flessibili e orientati alle esigenze specifiche di queste realtà.

L'adozione efficace delle tecnologie 4.0 richiede infatti non solo investimenti tecnologici, ma anche un forte investimento nella **formazione del personale**, affinché le innovazioni introdotte siano compatibili e integrabili con le strutture esistenti. Mentre le grandi aziende possono contare su figure specializzate come il CIO - Chief Integration Officer o il SI - System Integrator, le PMI tendono a delegare i progetti di innovazione a personale tecnico già presente in azienda, che spesso apprende per esperienza diretta e osmosi interna, piuttosto che attraverso percorsi formativi strutturati.

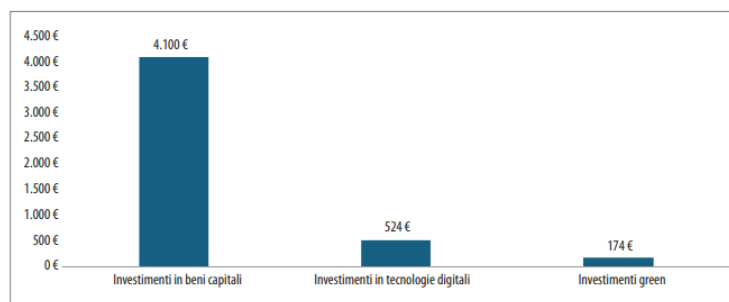
In questo contesto, le **soft skills** rivestono un ruolo sempre più rilevante, affiancandosi alle competenze tecnico-specialistiche come requisito fondamentale per il successo dei processi di trasformazione digitale. Nelle PMI, tali competenze si diffondono spesso in modo informale, ma è auspicabile che diventino un patrimonio condiviso a livello organizzativo, e non prerogativa di pochi individui chiave, sia in ottica di salvaguardia degli investimenti, seppur ufficiosi, che in vista dell'obiettivo di crescita interna.

Uno studio condotto tra il **Politecnico di Torino** e l'**INAPP** tra il 2019 e il 2021 ha analizzato l'impatto degli incentivi previsti dal Piano Transizione 4.0. I risultati indicano che queste misure hanno effettivamente influenzato le scelte aziendali e che le politiche industriali hanno agito come leva per le politiche occupazionali. Circa il 30% delle imprese ha effettuato investimenti nel periodo considerato, e il 10.4% ha usufruito di incentivi: tra questi, il 64% ha utilizzato il superammortamento, il 17% la Nuova Sabatini, il 18% il credito d'imposta per ricerca e sviluppo e il 12% l'iperammortamento. Misure come Patent Box e Start-up PMI hanno avuto invece un impatto marginale.

L'elaborazione INAPP sui dati RIL 2021 fa visualizzare uno spaccato degli investimenti in valore medio (euro per dipendente) effettuati dalle imprese nello stesso anno, mostrando come ci sia una sostanziale preferenza per i beni capitali che vengono utilizzati ripetutamente nei processi produttivi piuttosto che quelli in tecnologie digitali e ancora più per quelli di natura green. La ratio è da ricercare probabilmente anche nella forma mentis generale, per il quale il piccolo-medio imprenditore preferisce investire le sue esigue disponibilità in qualcosa che contribuisca a generare valore e profitti

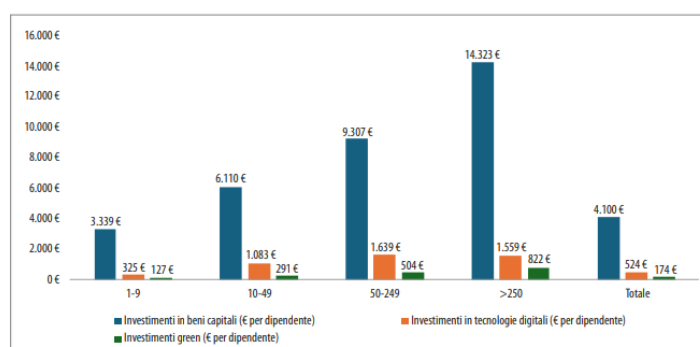
nel medio (breve) periodo ed arrivare presto al break even point, cioè al punto di pareggio in cui si è recuperato finanziariamente quanto investito.

Figura 4. Valore medio (euro per dipendente) degli investimenti effettuati dalle imprese 2021



Fonte: elaborazione Inapp su dati RIL-2021

Figura 5. Valore medio (euro per dipendente) degli investimenti effettuati dalle imprese 2021, per dimensione di



Fonte: elaborazione Inapp su dati RIL-2021

L'efficacia di questi strumenti è risultata particolarmente elevata tra le PMI, poiché sono quelle imprese che senza tali incentivi difficilmente avrebbero effettuato investimenti tecnologici di questa portata. Tuttavia, affinché il sistema produttivo italiano possa affrontare le sfide future, sarà necessario affiancare agli strumenti fiscali anche delle riforme strutturali e politiche industriali sistemiche, in grado di consolidare nel tempo i percorsi di trasformazione digitale e di elevare in maniera stabile il livello di maturità digitale delle imprese, affinché queste non siano normative puramente isolate ma abbiano una progettualità che possano allargare gli orizzonti temporali.

2.2 Osservatorio sulle imprese innovative 2025

La **Camera di Commercio di Torino**, nel suo ruolo istituzionale di osservatore economico della realtà imprenditoriale del territorio, in collaborazione con il **Politecnico di Torino** (DIGEP - Dipartimento di Ingegneria Gestionale e della Produzione), svolge alcune analisi sulle attività di innovazione tecnologica e organizzativa sviluppate dalle imprese locali, i cui risultati confluiscono nell'**Osservatorio sulle imprese innovative** della provincia di Torino.

Oltre ad avere una finalità di ricerca, l'Osservatorio rappresenta una base informativa utile per la promozione delle imprese innovative torinesi in Italia e all'estero. L'ultimo report pubblicato risale al 10 dicembre 2018 dove presso il Centro Congressi Torino Incontra, in Sala Einaudi, sono stati presentati i risultati dell'edizione dello stesso anno dell'Osservatorio.

2.2.1 Questionario e campione

In vista del nuovo report del 2025, è stato somministrato, con registrazione entro il 24 febbraio 2025, il nuovo questionario per le imprese che saranno parte del campione di analisi. Questo è rivolto alle realtà che nel corso degli ultimi due anni hanno realizzato almeno una tra le seguenti tipologie di innovazione:

- Progetti di ricerca di base o applicata in un particolare ambito tecnologico/scientifico;
- Progetti di sviluppo di nuovi prodotti/servizi;
- Progetti di miglioramento di prodotti/servizi già esistenti (es. aggiunta di nuove funzionalità, miglioramento delle prestazioni del prodotto/servizio, introduzione di nuove tecnologie e materiali);
- Introduzione di innovazioni nei processi produttivi (adozione di sistemi per l'advanced manufacturing, digitalizzazione dei processi ed introduzione di tecnologie IoT);
- Introduzione di significative innovazioni nell'area del marketing o delle innovazioni nei modelli di business;

- Progetti di innovazione o riorganizzazione di una o più aree aziendali tramite l'introduzione di nuove tecnologie e/o la ridefinizione di ruoli.

Tale questionario è stato somministrato a 1969 imprese della provincia di Torino, ricevendo 429 risposte divise in 201 di imprese con meno di 10 dipendenti e 227 con almeno 10 dipendenti, e questa resterà una suddivisione fondamentale che verrà presa in considerazione per cercare di capire al meglio le differenze tra le categorie. È possibile fare delle comparazioni con il campione del 2018 poiché presenta un campione simile (422 rispondenti su 1800) e così per il 2014. Di seguito la suddivisione per tipologia di settore d'appartenenza:

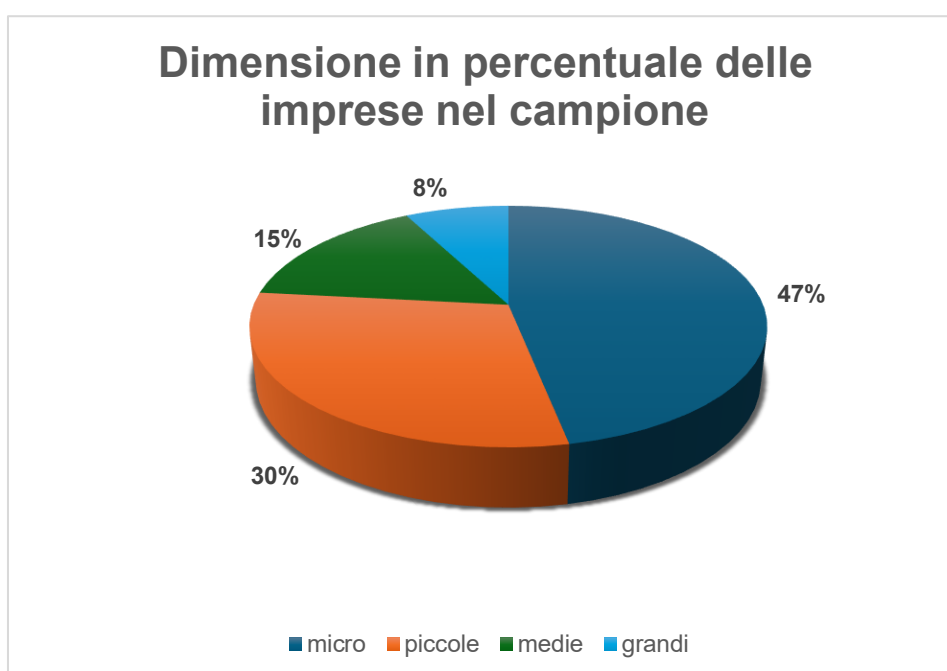
Tabella 4. Settore di appartenenza dell'impresa ammesse e rispondenti al questionario dell'Osservatorio delle imprese innovative 2025, Camera di Commercio di Torino

Settore di appartenenza dell'impresa	Imprese ammesse al questionario	Imprese rispondenti	Tasso di risposta %
Manifatturiero	629	139	22%
ICT	485	99	20%
Attività Professionali Scientifiche e Tecniche (PST)	296	82	28%
Commercio	190	35	18%
Costruzioni	39	12	31%
Trasporti	40	6	15%
Finanziario	21	4	19%
Servizi di supporto	65	10	15%
Altro	204	41	20%
Totale	1969	428	22%

Ciò mostra come la provincia di Torino sia ancora fortemente dipendente dal settore **manifatturiero** (32.47% del totale dei rispondenti), come sia in continua crescita il settore **ICT** (23.13%) e delle **Attività PST** (19.16%) e, di riflesso, come queste abbiano una maggiore sensibilità verso le innovazioni.

Delle 429 imprese rispondenti, 201 sono microimprese (da 0 a 9 addetti), 128 piccole (da 10 a 49 addetti), 67 medie (da 50 a 249 addetti) e 33 grandi (con più di 250 addetti). Di seguito un grafico a torta che mostra le dimensioni delle imprese in percentuali:

Grafico 3. Dimensione in percentuale delle imprese nel campione, Osservatorio delle Imprese Innovative 2025, Camera di Commercio di Torino



Di rilievo anche la distribuzione delle aziende per struttura manageriale ed organizzativa, che dai risultati ottenuti dal questionario si può notare come questa sia sbilanciata sulla **conduzione familiare** per il **40.88%**, di cui fanno parte 98 imprese con meno di 10 addetti e 77 con almeno 10 addetti, mentre quelle con un **management esterno** sono circa il **21.02%** e quelle con una **gestione ibrida** tra le due si aggira intorno al **23.59%**, a completamento **altri organigrammi** con il 14.48%:

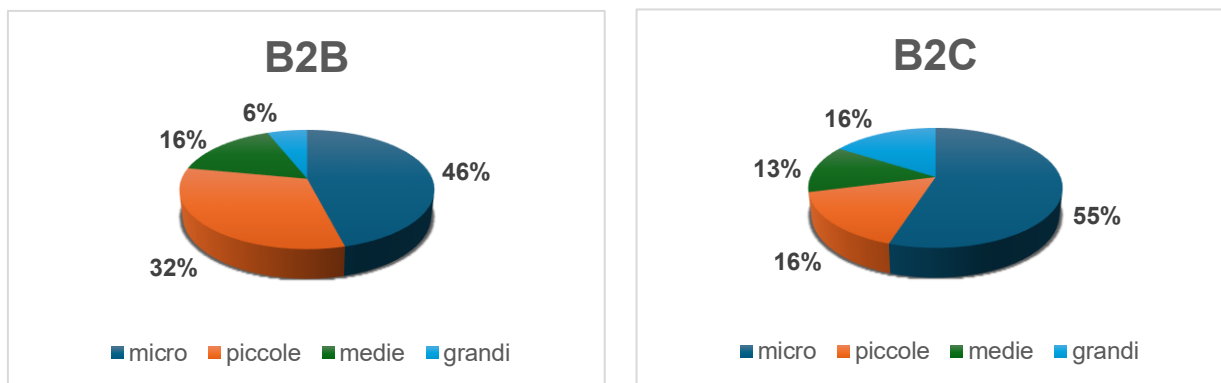
Nella maggior parte dei casi, le microimprese presentano una struttura proprietaria basata su persone fisiche, tipica di un modello familiare. Questo assetto è coerente con la tradizione imprenditoriale italiana, dove il controllo diretto rappresenta una leva di flessibilità operativa. Tuttavia, si tratta anche di un elemento strutturale delle imprese in fase iniziale (early-stage), che se da un lato consente

agilità decisionale, dall'altro può rappresentare un freno alla scalabilità e all'apertura al capitale esterno.

Di conseguenza, le microimprese faticano a introdurre figure manageriali esterne, affidandosi prevalentemente ad una gestione familiare, mentre al contrario, con l'aumento della dimensione aziendale si osserva una maggiore propensione all'apertura verso modelli di governance più articolati, che combinano gestione interna con competenze esterne. Questo passaggio rappresenta un indice di maturazione organizzativa, fondamentale per affrontare sfide complesse e dinamiche competitive più intense.

Tra le imprese osservate, la maggioranza è composta da circa il **72% da attività business to business (B2B)** mentre il **28% da business to consumer (B2C)**. Questo perché 171 di queste aziende si rivolgono a produttori di prodotti finiti e/o servizi, 19 a produttori di elementi di un servizio, 48 da produttori di componenti, 25 da system integrator, 39 da distributori all'ingrosso e da "soli" 119 consumatori finali.

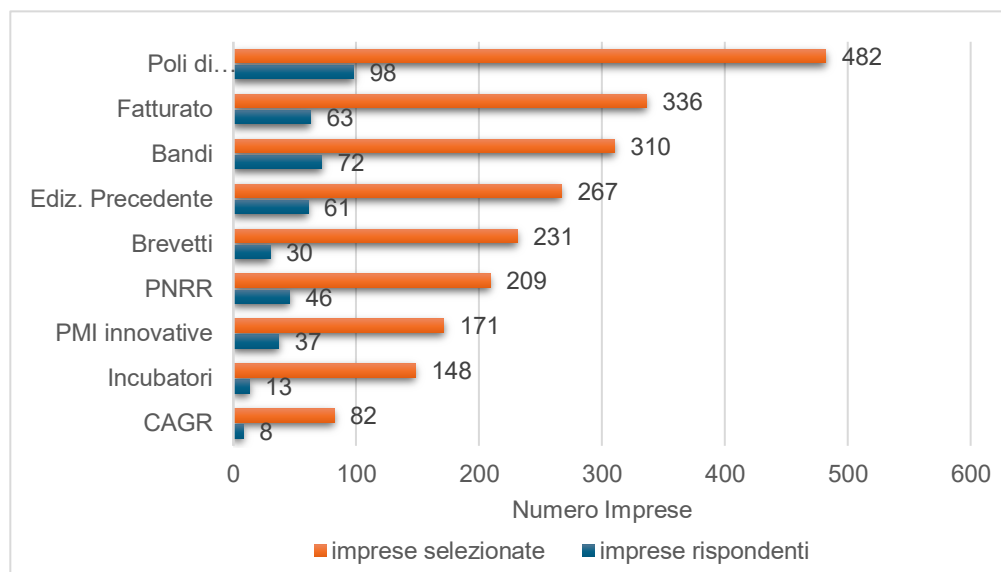
Grafici 4.1 e 4.2. Distribuzione della dimensione aziendale per tipologia di business, Osservatorio delle Imprese Innovative 2025, Camera di Commercio di Torino



Di questa distribuzione della dimensione aziendale per tipologia di business, si suddivide a sua volta per le B2B le imprese di prodotti con il 47% e 53% per le imprese di servizi, mentre per le B2C restano predominanti le imprese di servizi con il 58% rispetto a quelle di prodotto con il 42%.

In relazione all'adesione al campione, si può distinguere, nel *grafico 5* successivo, quanti e quali sono i criteri di selezione utilizzati dalle imprese. Questa identificazione risulta utile per capire quali sono le vie più utilizzate in materia di innovazione, sia per utilità che soprattutto per accessibilità:

Grafico 5. Confronto tra il totale delle imprese selezionate e le imprese rispondenti in relazione al criterio di selezione, Osservatorio delle Imprese Innovative 2025, Camera di Commercio di Torino



Le imprese rispondenti provengono prevalentemente dai poli di innovazione (98) che sono aggregazioni di imprese, start-up, enti di ricerca e università che collaborano per promuovere l'innovazione e la competitività nei territori in cui operano. Queste strutture favoriscono il trasferimento tecnologico, la condivisione di conoscenze e lo sviluppo di progetti congiunti, contribuendo alla crescita economica e alla modernizzazione del tessuto produttivo locale. Questi Poli, quindi, risultano tra le realtà più consolidate e utilizzate, specialmente in Piemonte, dove la regione ne ha istituito diversi, ciascuno focalizzato su specifici settori tecnologici, come l'ICT, le biotecnologie e le tecnologie ambientali, contribuendo a realizzare oltre 1200 progetti, coinvolgendo più di 3000 imprese e generando investimenti significativi (Fonte Regione Piemonte).

Avendo a disposizione i dati delle edizioni precedenti, è utile notare il trend storico degli scorsi 10 anni della suddivisione della tipologia del campione, partendo dall'anno 2014 fino al 2025:

Tabella 5. Suddivisione del campione per gli anni 2014 – 2018 – 2025, Osservatorio delle Imprese innovative, Camera di Commercio di Torino

	2014	2018	2025
Solo Servizi	32.5%	27.8%	53%
Solo Prodotti	43.5%	31%	46%
Solo Catalogo	18.8%	15.6%	36.7%
Solo Commessa	62.7%	56.9%	62.2%

Le microimprese risultano maggiormente concentrate sulla vendita di prodotti, mentre le imprese più grandi tendono ad affiancare o sostituire l'offerta tangibile con servizi a valore aggiunto. Questa transizione verso modelli integrati prodotto-servizio consente una maggiore differenziazione e fidelizzazione del cliente. Tuttavia, la prevalenza di prodotti tra le microimprese può essere letta come una strategia legata alla fase di validazione del mercato, destinata ad evolversi con la maturità dell'impresa.

Il modello di business prevalente tra le microimprese è orientato al mercato B2B (Business to Business), con un forte ricorso alla vendita su commessa rispetto alla vendita da catalogo. Questa impostazione riflette l'inserimento delle PMI locali in filiere industriali complesse, dove la capacità di offrire soluzioni personalizzate è un elemento distintivo. Tale flessibilità produttiva rappresenta un vantaggio competitivo, soprattutto in contesti ad alta specializzazione.

Così come per l'analisi del 2018, anche in questa edizione del report, per circa un terzo delle imprese, con esattezza il 35.37%, i primi tre clienti valgono oltre il 60% del fatturato annuo. Questo dato lascia intendere la forte relazione e dipendenza che le realtà in oggetto hanno con i loro maggiori clienti, che in tal senso potrebbero anche spingere verso una determinata direzione di innovazione le imprese con cui esse hanno interesse a collaborare.

Dunque, un'altra caratteristica delle microimprese è la presenza di una clientela frammentata o, al contrario, eccessivamente concentrata, elemento che può rappresentare un rischio in termini di stabilità del fatturato. Le imprese di maggiori dimensioni, invece, mostrano una distribuzione più bilanciata del portafoglio clienti, risultato di strategie più evolute di gestione commerciale. Tuttavia, anche la concentrazione iniziale può essere funzionale, se rientra in una precisa strategia di accesso al mercato.

Guardando all'apertura internazionale, le imprese con **almeno 10 addetti che vendono all'estero sono il 68%**, di cui il 27% con almeno una sede all'estero, mentre per le micro, con **meno di 10 addetti, si parla del 46%**, di cui solo il 4% hanno almeno una sede all'estero. Rispetto ai dati ricevuti dallo scorso report del 2018, **vi è un leggero abbassamento** del fatturato delle imprese derivante dall'export. In dettaglio, si è passato da circa il 20% delle imprese con oltre il 50% del fatturato generato all'estero al 18.76% delle suddette con oltre il 40% del fatturato.

In merito alla presenza sui mercati esteri, le microimprese piemontesi dimostrano una buona propensione all'export, spesso tramite modelli diretti e snelli. Tuttavia, solo una piccola parte possiede sedi operative internazionali. Le imprese più grandi, invece, non solo esportano in misura maggiore, ma sono anche dotate di sedi commerciali o produttive estere, segno di una strategia strutturata di presidio dei mercati internazionali. Va però sottolineato che non tutte le microimprese ambiscono a espandersi fisicamente all'estero: alcune preferiscono adottare modelli digitali o distribuiti, più in linea con la loro struttura agile e ai vincoli delle risorse.

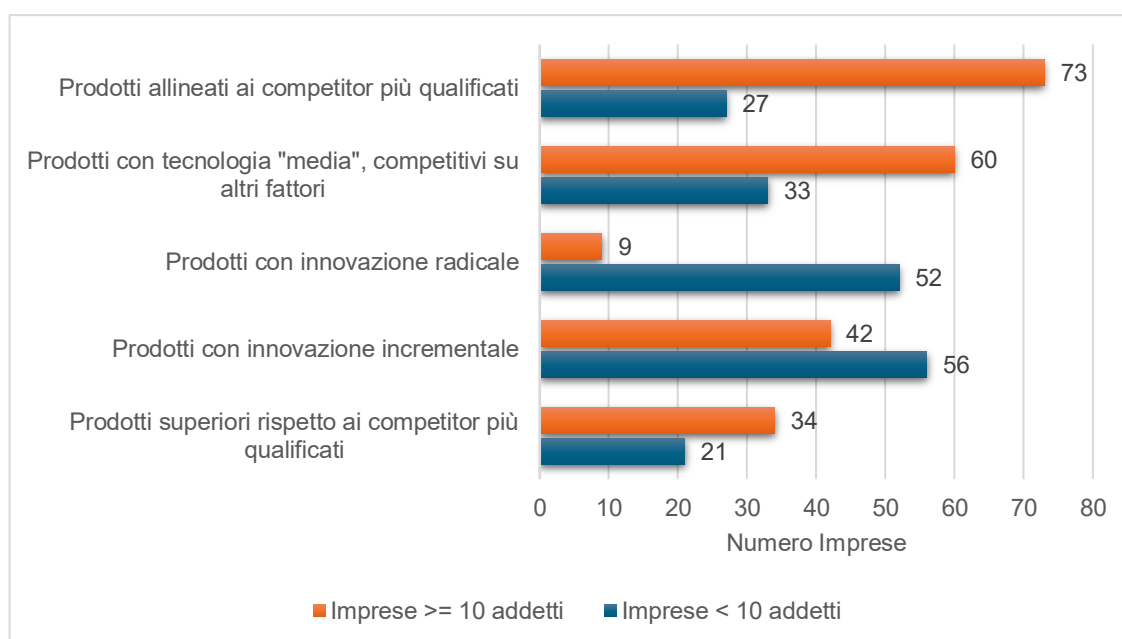
Nel complesso, le microimprese e le start-up piemontesi mostrano elementi comuni di flessibilità e adattabilità, ma anche vincoli strutturali che ne limitano il potenziale di crescita se non affrontati con politiche mirate. La comprensione di questi aspetti è fondamentale per disegnare interventi efficaci in ambito formativo, finanziario e di accompagnamento all'innovazione, soprattutto alla luce delle sfide poste dall'Industria 4.0 e dalla transizione digitale.

2.2.2 Tecnologie, Prodotti e Processi dell'Impresa

Dal database delle risposte al questionario ricevuto si evincono interessanti differenze (e analogie) tra microimprese e imprese di dimensioni maggiori nel contesto industriale piemontese, tramite un'analisi approfondita dei prodotti, della modularità e delle relazioni con i fornitori. Questi aspetti offrono spunti significativi per comprendere i modelli organizzativi, le strategie produttive e le possibilità di crescita delle realtà imprenditoriali più piccole, in particolare quelle ad alto contenuto innovativo come le start-up.

Le imprese di dimensioni maggiori (non-micro) tendono a sviluppare prodotti tecnologicamente comparabili a quelli dei principali concorrenti, adottando un approccio più attento alla competitività su più fronti, tra cui qualità, performance e prezzo. Le microimprese, invece, mostrano una maggiore

Grafico 6. Livello tecnologico dei prodotti e servizi offerti, Osservatorio delle Imprese Innovative 2025, Camera di Commercio di Torino



Nota: Differenza statisticamente significativa tra imprese con meno e più di 10 addetti

Test Chi-Quadrato: Chi-Square = 62.635, p-value = 0.000

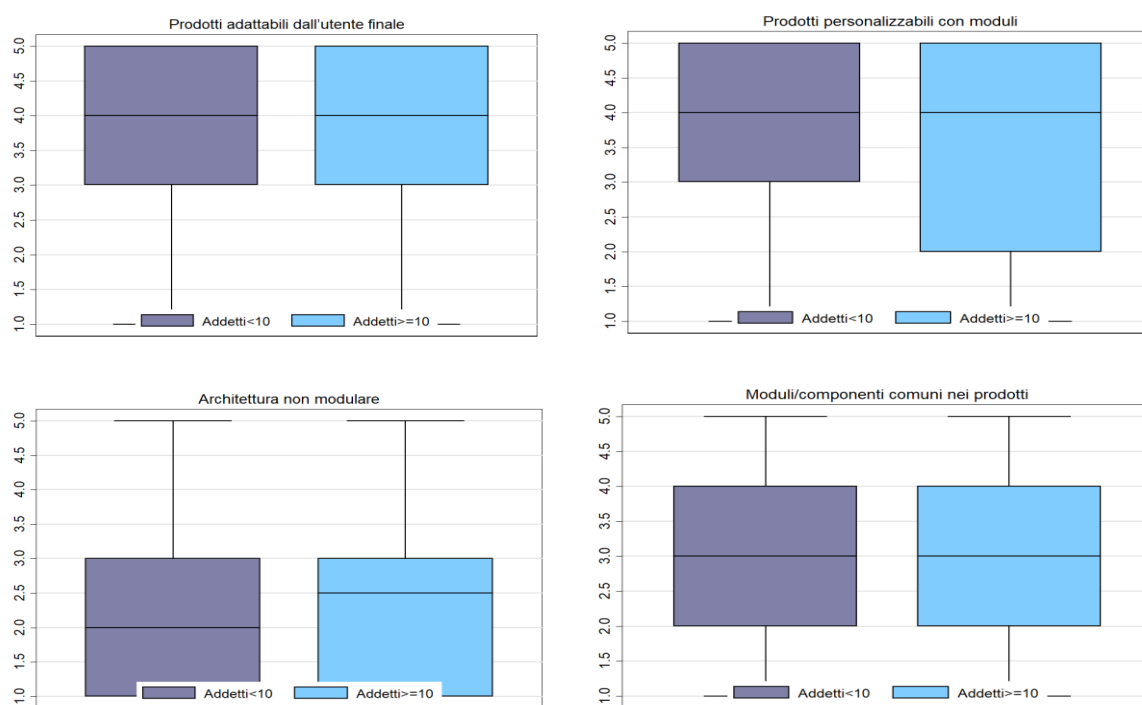
propensione a proporre innovazioni sia incrementali sia radicali, ma spesso con una minor attenzione al contesto competitivo esterno.

Tale dinamica è spiegabile con l'elevata incidenza delle start-up tra le microimprese, il cui modello di business si fonda sulla creazione di soluzioni innovative in tempi rapidi, grazie ad una struttura organizzativa agile e snella. In questo senso, l'innovazione risulta più accessibile ed immediata per le microimprese, che però, in mancanza di una visione sistemica, potrebbero trascurare il confronto con il mercato e con i principali competitor.

Le imprese non-micro, invece, sembrano orientarsi verso modelli più evoluti, capaci di sfruttare economie di scala e strategie produttive più consolidate, legate anche ai processi di standardizzazione e modularità.

Sia le microimprese che le imprese più strutturate dimostrano una elevata propensione all'**adozione di modelli modulari**, così come si può vedere nei grafici di tipo box plot sottostanti, utilizzando componenti e moduli standardizzati che permettono di personalizzare i prodotti secondo le esigenze del cliente.

Grafico 7.1, 7.2, 7.3 e 7.4. Box Plot delle risposte al questionario in materia di adattabilità e modularità dei prodotti, Osservatorio delle Imprese Innovative 2025, Camera di Commercio di Torino



Nota: Grafici generati dal dataset delle risposte ricevute al questionario, tramite software IBM SPSS

Non si riscontrano differenze significative tra i due gruppi, a conferma di come la modularità rappresenti un asset strategico trasversale, utile alla gestione della complessità produttiva e alla flessibilità dell'offerta, indipendentemente dalla dimensione dell'impresa osservata. L'uso dei moduli, infatti, consente di mantenere alta la variabilità del prodotto finale senza compromettere l'efficienza produttiva, offrendo vantaggi in termini di differenziazione ed adattabilità. In ottica Industria 4.0, ciò rappresenta un prerequisito fondamentale per la transizione verso modelli di produzione su misura e "just-in-time".

Per quanto riguarda i **rapporti con i fornitori**, si osserva una tendenza generale alla standardizzazione, sia delle materie prime che dei processi. Anche in questo caso, non emergono differenze rilevanti tra microimprese e imprese più grandi. I fornitori vengono coinvolti con un livello medio di esclusività, mentre la coprogettazione rimane un'attività poco sviluppata, soprattutto per le realtà più piccole, per la scarsità di risorse sia economiche che di organico. Tuttavia, il livello di standardizzazione osservato si mostra coerente con il tipo di relazione instaurata con i fornitori, ed il basso grado di coprogettazione appare in linea con la natura modulare e seriale della produzione. Questo quadro suggerisce che, nelle microimprese, la debolezza relazionale con i fornitori può limitare la possibilità di accedere a percorsi di innovazione congiunta o a progetti collaborativi lungo la filiera.

Nonostante ciò, esiste un potenziale ancora inespresso che potrebbe essere valorizzato, in particolare per le microimprese che, spesso per mancanza di risorse e strutture, faticano a inserirsi stabilmente in ecosistemi di innovazione aperta. In tal senso, il rafforzamento dei legami con i fornitori e la formazione congiunta su progettualità tecniche avanzate potrebbero rappresentare un elemento chiave per la crescita sostenibile e tecnologicamente orientata di queste imprese.

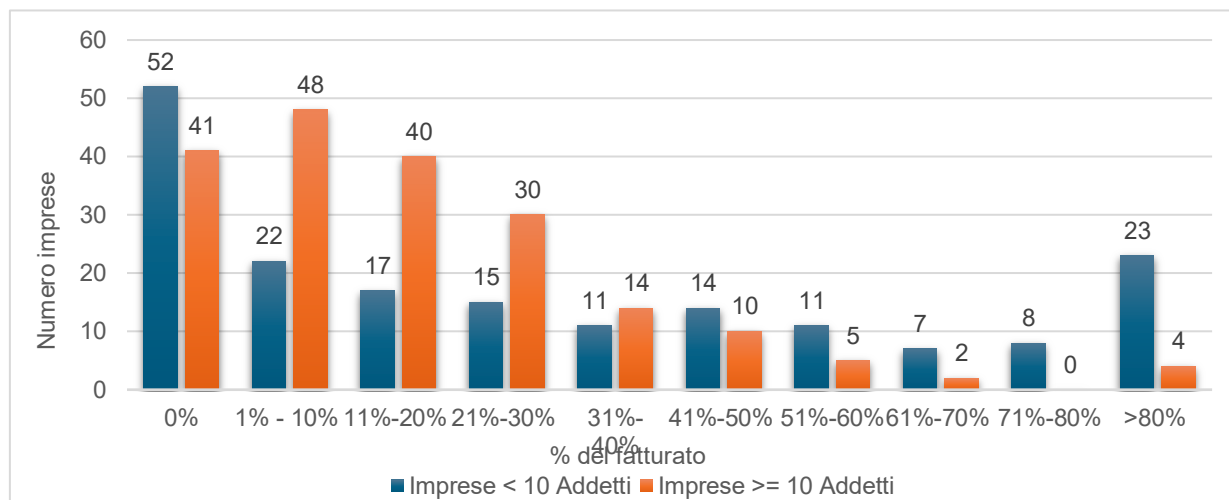
2.2.3 Attività di Innovazione

Nel panorama produttivo italiano, le micro e non-microimprese si distinguono per le loro strategie di innovazione e i modelli di collaborazione adottati. Le differenze emergono chiaramente analizzando il contributo dell'innovazione al fatturato, le spese in ricerca e sviluppo, gli obiettivi perseguiti e le modalità di gestione dei processi e dei prodotti. Questi elementi delineano due approcci distinti, caratterizzati da strutture e priorità differenziate, con un forte legame al contesto dimensionale e alla capacità di internalizzare competenze.

Per il fatturato derivante da prodotti innovativi, le imprese di dimensioni maggiori (non-micro) tendono a generarne una parte consistente, che oscilla tra l'1% e il 30% dei ricavi totali. Questa

distribuzione indica una strategia strutturata di innovazione, mirata al miglioramento continuo di prodotti e servizi, in grado di garantire un vantaggio competitivo sostenibile.

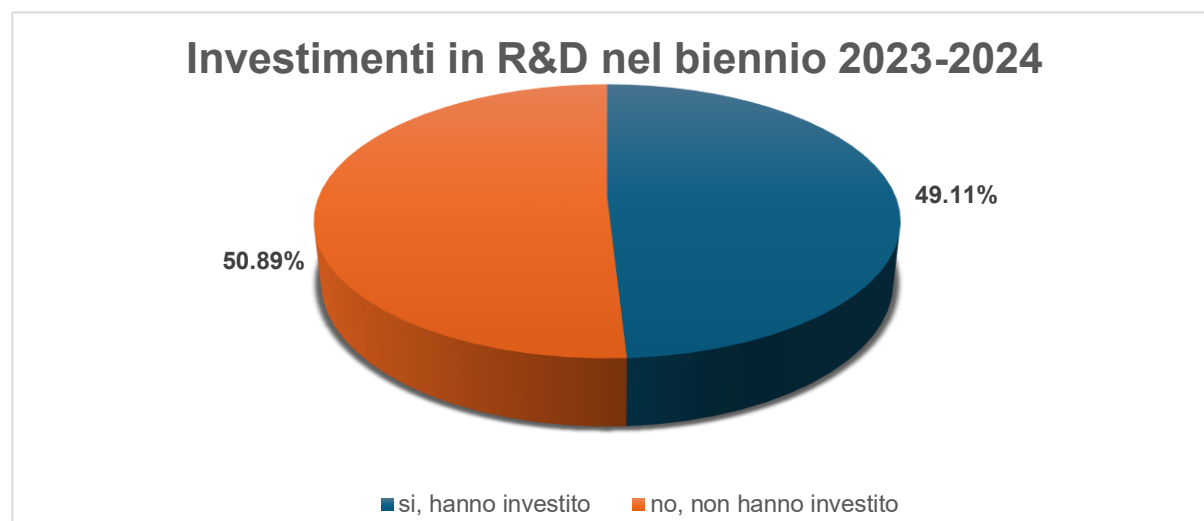
Grafico 8 Percentuale del fatturato derivante da nuovi prodotti/servizi, Osservatorio delle Imprese Innovative 2025, Camera di Commercio di Torino



Le microimprese, invece, presentano un quadro fortemente polarizzato: alcune realtà non derivano alcun fatturato da innovazione, mentre altre raggiungono soglie superiori all'80%. Tale eterogeneità riflette la presenza, tra le microimprese, di un numero significativo di start-up tecnologiche, caratterizzate da un approccio fortemente **“innovative-oriented”** cioè orientato alla creazione di nuovi prodotti e soluzioni dirompenti. Questo dimostra come l'innovazione, nelle microimprese, sia legata alla natura sperimentale e flessibile delle start-up, capaci di inserirsi in nicchie di mercato seguendo quella che può identificarsi con l'approccio del **“to be the big fish in a small pond”**, in cui si sceglie di operare in un mercato o ambiente più piccolo cercando di consolidarsi, dove si può diventare rapidamente un attore dominante o di riferimento, piuttosto che competere in un mercato più ampio e competitivo, e in mercati magari poco esplorati seguendo il criterio **“Blue Ocean”**.

Ovviamente l'innovazione va alimentata soprattutto con le spese destinate alla **ricerca e allo sviluppo (R&D)**, ed è qui che si iniziano a percepire delle differenze strutturali. Le non-micro dedicano in media il 55% degli investimenti complessivi in R&D, con una predominanza dei costi legati al personale interno (FTE - Full-Time Equivalent). Questo dato riflette un'organizzazione interna più strutturata, capace di sostenere progetti di innovazione con risorse interne specializzate.

Grafico 9. Percentuale delle spese per attività di Ricerca e Sviluppo nel biennio 2023-2024, Osservatorio delle Imprese Innovative 2025, Camera di Commercio di Torino

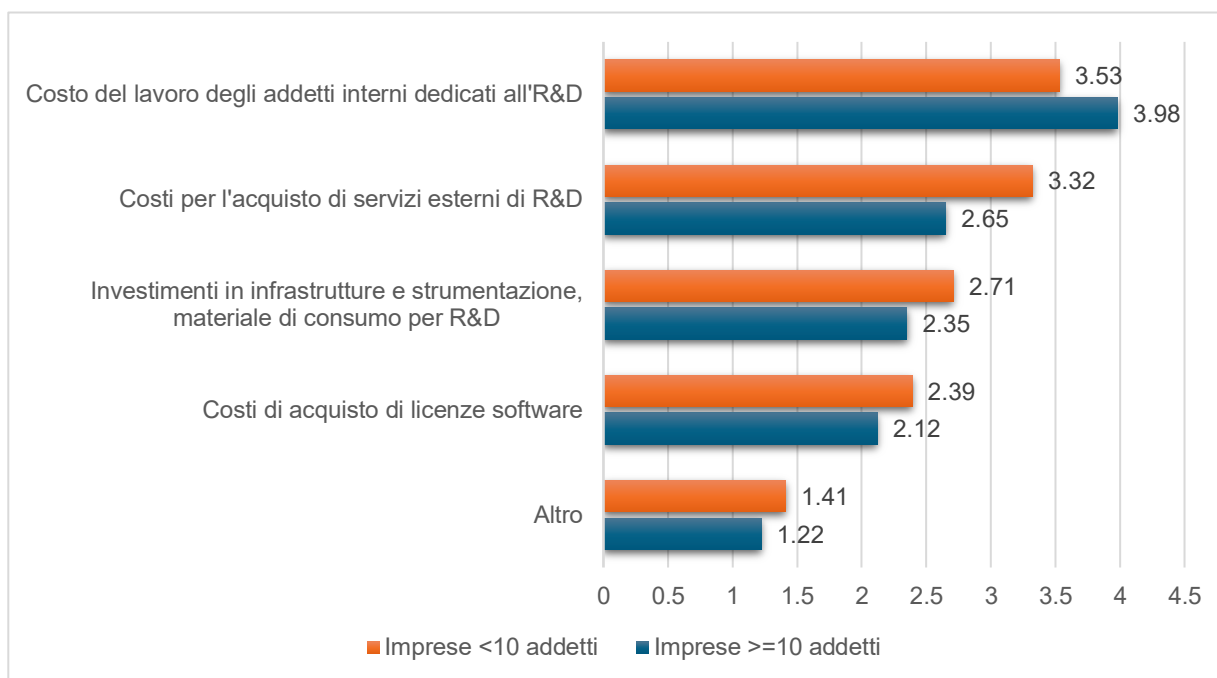


Nota: il grafico aggrega tutte le categorie di imprese osservate, indifferentemente dalla dimensione.

Da quel che può sembrare, il campione sembra abbastanza equilibrato tra imprese che investono in R&D e quelle che invece preferiscono allocare le risorse diversamente, ma ciò nasconde una differenza sostanziale tra le strutture organizzative a seconda delle dimensioni. Al contrario, le microimprese investono circa il 45% delle risorse in R&D, ma **tendono a esternalizzare gran parte dei processi**, affidandosi a consulenze e servizi esterni per compensare la **mancaanza di competenze interne e di infrastrutture dedicate**. L'esternalizzazione si traduce in una maggiore flessibilità operativa e in un contenimento dei costi fissi, ma al contempo limita lo sviluppo di competenze interne necessarie per la crescita sostenibile nel lungo periodo, creando un importante divario tra le due tipologie.

Volendo avere uno spaccato dell'incidenza delle diverse tipologie di costo rispetto alla spesa complessiva in R&D, inquadrando così meglio come esse siano suddivise, di seguito la suddivisione:

Grafico 10. Incidenza delle diverse tipologie di costo rispetto alla spesa complessiva in R&D, Osservatorio delle Imprese Innovative 2025, Camera di Commercio di Torino



Nota: 1=nulla o molto ridotta, 5=molto rilevante.

Sono riportati esclusivamente i risultati del test T di Student per cui è stata riscontrata una differenza statisticamente significativa ($p\text{-value} < 0,05$) tra microimprese e imprese di maggiori dimensioni.

Gli **obiettivi di innovazione** differiscono sensibilmente tra le due categorie di imprese. Le imprese **non-micro** si concentrano prevalentemente su:

- **Miglioramento della qualità** dei prodotti e dei servizi;
- **Ampliamento dell'offerta** in segmenti di mercato già coperti;
- **Ottimizzazione delle condizioni di lavoro.**

Questa strategia riflette un approccio orientato al **consolidamento** e all'**efficienza operativa**, volto a rafforzare il posizionamento nei mercati esistenti ed a incrementare la competitività attraverso l'ottimizzazione dei processi.

Le **microimprese**, invece, puntano con decisione verso:

- **Espansione** verso nuovi mercati;
- **Diversificazione dell'offerta** in segmenti inesplorati.

In particolare, le start-up vedono nell'innovazione un'opportunità per superare le barriere di ingresso in mercati altamente competitivi, utilizzando la flessibilità operativa per sperimentare nuove soluzioni e modelli di business agili.

Un ulteriore elemento distintivo è rappresentato dalle **attività di innovazione di processo**. Le **non-micro** tendono a investire in:

- *Nuovi impianti produttivi;*
- *Pratiche gestionali avanzate.*

Queste iniziative mirano ad aumentare l'efficienza operativa e a ridurre i costi di produzione, attraverso l'adozione di tecnologie di automazione e di strumenti di ottimizzazione della catena di approvvigionamento.

Le **microimprese**, invece, si concentrano su:

- *Nuovi canali di vendita;*
- *Pratiche gestionali più snelle e flessibili.*

Questa differenza suggerisce un ***orientamento delle micro verso l'innovazione commerciale e verso l'accesso al mercato***, con un focus particolare su modelli di distribuzione innovativi e strategie di vendita digitali. Le start-up, in particolare, adottano modelli di go-to-market agili, testando nuove modalità di accesso ai clienti finali tramite piattaforme online e canali diretti.

Anche sul fronte dell'innovazione di prodotto emergono differenze significative. Le **imprese più grandi** concentrano i propri sforzi su:

- *Miglioramento incrementale* dei prodotti esistenti;
- *Ottimizzazione della qualità e dell'affidabilità.*

Le **microimprese**, d'altra parte, esplorano con maggiore intensità:

- *Soluzioni radicali e innovative;*
- *Ricerca di base* (Basic Research) orientata alla sperimentazione di nuove tecnologie.

Questo approccio risulta particolarmente evidente nelle start-up, spesso spin-off di università o centri di ricerca, che sperimentano tecnologie emergenti e modelli produttivi non convenzionali, aprendo la strada a nuove opportunità di mercato.

Riassumendo nella *tabella 6* successiva, possiamo dare uno sguardo macro alle differenze che risultano avere in ottica d'innovazione queste due famiglie di imprese come appena esplicitato:

Tabella 6. Summary delle differenze tra imprese micro e non in materia di innovazione, Osservatorio delle Imprese innovative 2025, Camera di Commercio di Torino

	<i>Microimprese</i>	<i>Non Micro</i>
Obiettivi dell'innovazione	• Miglioramento della qualità • Ampliamento dell'offerta • Ottimizzazione delle condizioni lavorative	• Espansione verso nuovi mercati • Diversificazione dell'offerta
Innovazione di processo	• Nuovi canali di vendita • Pratiche gestionali snelle e flessibili	• Nuovi impianti produttivi • Pratiche gestionali avanzate
Innovazione di prodotto	• Soluzioni radicali e innovative • Basic Research	• Miglioramento incrementale • Ottimizzazione della qualità e dell'affidabilità

Infine, per quanto riguarda le **collaborazioni e reti relazionali**, non si osservano differenze marcate tra micro e non-microimprese. Circa il 60% delle aziende collabora con clienti, fornitori e consulenti, mentre meno del 50% stabilisce collaborazioni con università e centri di ricerca. Tuttavia, le microimprese tendono a collaborare in modo più strutturato con le università, molto probabilmente per sopperire alla carenza di competenze interne e per accedere a risorse tecnologiche avanzate altrimenti difficilmente raggiungibili. Queste collaborazioni rappresentano un'opportunità strategica per sviluppare competenze innovative e accedere a nuove tecnologie, favorendo un maggiore inserimento nelle reti collaborative lungo la filiera produttiva, creando un filo che collega i poli di ricerca alle PMI.

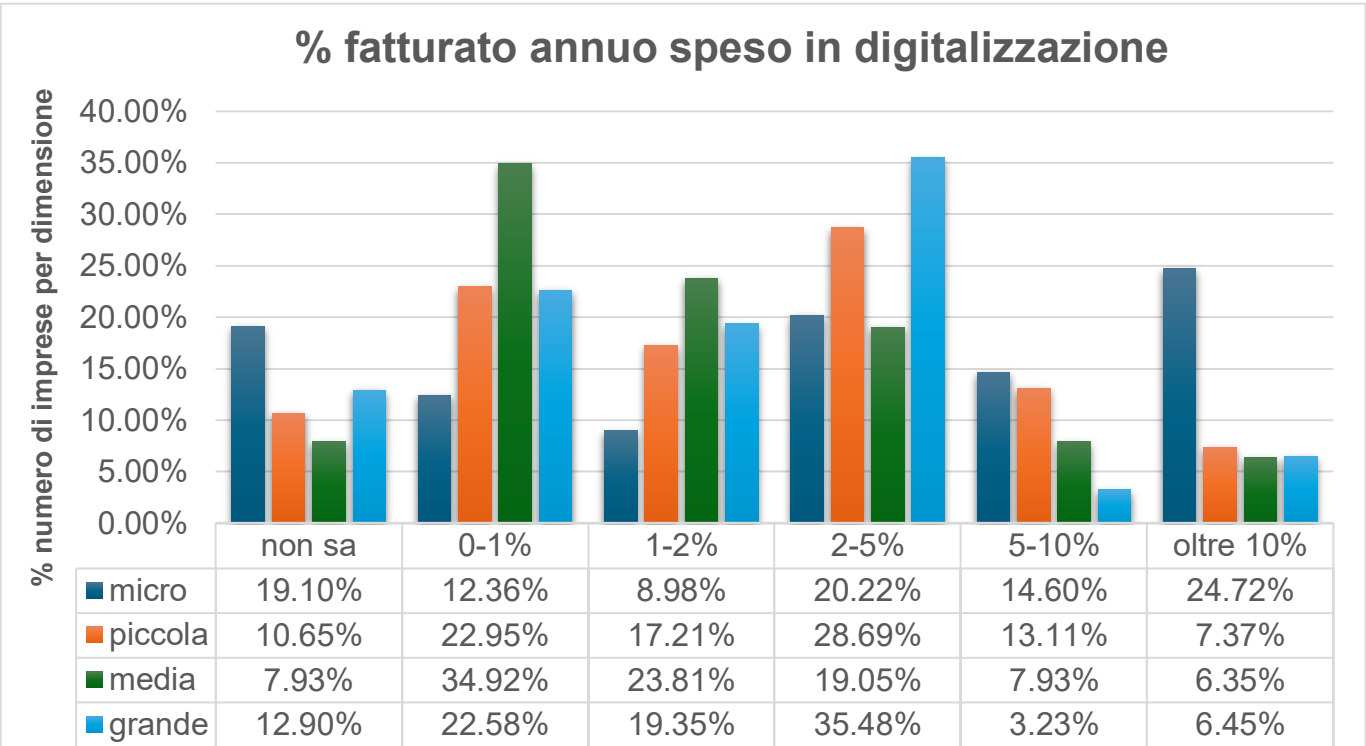
Pertanto, dalle evidenze emerse si è dimostrato che **le micro e non-microimprese adottano strategie di innovazione sensibilmente differenti**, influenzate dalla struttura organizzativa, dalle risorse disponibili e dal modello di business scelto. Mentre le imprese di maggiori dimensioni puntano al consolidamento e all'efficienza, le microimprese, soprattutto le start-up, vedono nell'innovazione uno strumento di espansione e di accesso a nuovi mercati. Le collaborazioni con le università e i centri di ricerca emergono come delle leve strategiche per colmare il gap tecnologico e stimolare la crescita competitiva.

2.2.4 Digitalizzazione

La **transizione digitale** rappresenta uno degli elementi chiave del processo di innovazione delle imprese italiane. Tuttavia, l'adozione delle tecnologie digitali, l'accesso alle misure pubbliche di supporto e il livello di applicazione delle tecnologie variano sensibilmente tra micro e non-microimprese come visto anche per gli oggetti precedenti, delineando un quadro più complesso e articolato.

L'analisi dei dati relativi agli investimenti in tecnologie digitali mostra che sia le microimprese sia le imprese di dimensioni maggiori (non-micro) si concentrano prevalentemente in una fascia di **spesa che oscilla tra il 2% e il 5% del fatturato**. Questo dato suggerisce un approccio ancora prudente verso la digitalizzazione, probabilmente legato alla necessità di consolidare l'infrastruttura tecnologica di base prima di compiere investimenti più consistenti in tecnologie avanzate.

Grafico 11. Livello di spesa in tecnologie digitali, Osservatorio delle Imprese Innovative 2025, Camera di Commercio di Torino



Curioso notare come il **14.25%** delle imprese rispondenti al questionario, suddivise precisamente in 34 micro, 13 piccole, 5 medie e 4 grande, **non sappia stimare quanto spende in tecnologie digitali**. Questo è chiaramente un segnale di una mancanza di pianificazione del budget annuale che sia

adeguata, forse proprio per le più piccole, o di un apparente disinteresse verso questo topic, tendenza probabilmente più legata ad un'idea di business delle imprese non allineata in questa direzione.

Nonostante questo andamento lineare, è interessante notare che la maggior parte delle microimprese ha investito oltre il 10% del proprio fatturato in digitalizzazione, per esattezza il 24.72%. Questo segmento, sebbene minoritario, rappresenta con ogni possibilità quella fascia di start-up tecnologiche particolarmente orientate all'innovazione digitale, capace di sperimentare con tecnologie emergenti e modelli di business fortemente legati al digitale. Il 28.69% delle piccole investe tra il 2 e il 5% del fatturato annuo per la digitalizzazione, cioè la maggioranza delle imprese di quella data dimensione. Una tendenza invece legata a quelle di dimensioni maggiori, cioè le medie e le grandi, si assestano su un range percentuale tra lo 0 e l'1%, mostrando come le spese percentuali sul fatturato in digitalizzazione si abbassino con l'aumentare della dimensione aziendale.

L'adozione graduale delle tecnologie digitali, sebbene ancora limitata, **indica che molte imprese più piccole siano in una fase di transizione**, finalizzata alla costruzione di basi per una digitalizzazione più strutturata e capillare nei prossimi anni, mentre invece altre più strutturate tendano a contenere queste tipologie di spese, forse forti del vantaggio e dello status acquisito nel tempo o forse poco cosce dell'evoluzione digitale effettivamente in atto.

2.2.5 Utilizzo di misure pubbliche di sostegno alla digitalizzazione

L'accesso alle misure pubbliche di sostegno alla digitalizzazione risulta diffuso sia tra le microimprese sia tra le non-micro, ma con alcune differenze nelle modalità di utilizzo. **Le imprese di dimensioni maggiori**, con una quota del 55%, hanno beneficiato di incentivi pubblici soprattutto per:

- *Acquisto di hardware e di infrastrutture IT;*
- *Software gestionali e applicativi di controllo;*
- *Servizi di supporto e formazione* del personale.

Questi dati indicano una forte propensione delle non-micro a investire in strumenti tecnologici consolidati e a potenziare l'efficienza operativa tramite l'acquisizione di infrastrutture tecnologiche stabili.

Le microimprese, invece, mostrano una maggiore propensione all'utilizzo degli incentivi pubblici, con un tasso di accesso che raggiunge il 65%. Le risorse acquisite sono state destinate non solo all'acquisto di hardware e di software, ma anche e soprattutto verso:

- *Servizi esterni di supporto tecnico e manutenzione;*
- *Formazione del personale e sviluppo delle competenze digitali.*

Questo dato sottolinea una strategia di esternalizzazione delle competenze digitali, che permette alle microimprese di sopperire alla mancanza di risorse interne attraverso il ricorso a fornitori esterni. Tale approccio rappresenta un modo efficace per accedere a competenze tecnologiche avanzate senza dover sostenere i costi fissi di personale interno specializzato, ma potrebbe figurarsi come una scelta momentanea per poi essere completamente integrata in un momento di crescita successivo dell'organizzazione.

Le evidenze suggeriscono che le microimprese tendono a sfruttare le misure pubbliche non solo per l'acquisizione di strumenti tecnologici, ma anche per colmare il gap formativo e manageriale che spesso le caratterizza. Questo orientamento strategico permette di accrescere, per un primo periodo, il livello di maturità digitale dell'organizzazione, anche in assenza di una struttura interna dedicata all'innovazione tecnologica.

In termini di applicazione delle tecnologie digitali, si riscontra un livello di utilizzo ancora in una fase embrionale, sia tra le micro che tra le non-microimprese. Le realtà di *maggiori dimensioni* tendono a concentrarsi su:

- *Sicurezza informatica (Cybersecurity)* per proteggere i dati aziendali e le infrastrutture digitali di primaria importanza;
- *Big Data Analytics* per l'analisi dei dati e il supporto alle decisioni strategiche;
- *Intelligenza Artificiale (AI)*, principalmente orientata al miglioramento dell'efficienza operativa.

Tabella 7. Media e deviazione standard del livello di applicazione delle seguenti tecnologie per dimensione, Osservatorio delle Imprese Innovative 2025, Camera di Commercio di Torino

Dim		AI	IoT	Gestione dati	Condiv. dati filiera	MES	Mag. automat. ici	cobot	Additive manuf.	Simulaz. processi e design	VR e AR
Micro	Mean	2,9	2,25	2,55	2,15	1,51	1,33	1,29	1,69	1,94	1,87
	Std.Deviation	1,498	1,468	1,477	1,428	0,987	0,757	0,648	1,227	1,335	1,267
Piccola	Mean	2,38	2,07	2,2	1,91	1,73	1,74	1,5	1,66	1,73	1,61
	Std.Deviation	1,326	1,365	1,348	1,135	1,15	1,232	0,938	1,125	1,157	1,016
Media	Mean	2,14	2,14	2,63	2,16	2,44	2,25	1,51	1,81	2,11	1,62
	Std.Deviation	1,216	1,306	1,324	1,11	1,49	1,27	0,821	1,189	1,297	0,941
Grande	Mean	2,97	3,13	3,58	2,87	2,52	2,02	1,87	2,06	2,26	2
	Std.Deviation	1,224	1,544	1,232	1,432	1,691	1,459	1,36	1,482	1,548	1,39

Questa distribuzione tecnologica evidenzia una propensione verso la protezione dei dati e l'ottimizzazione dei processi produttivi, in linea con le strategie di consolidamento e scalabilità tipiche delle grandi imprese.

Le microimprese, invece, pur mostrando un grado di applicazione tecnologica più limitato, manifestano un interesse crescente verso le tecnologie emergenti, con un focus particolare su:

- **Intelligenza Artificiale (AI)**, spesso utilizzata per attività di machine learning e analisi predittiva;
- **Big Data Analytics**, applicati alla gestione dei dati raccolti da dispositivi IoT;
- **Cybersecurity**, fondamentale per garantire la sicurezza nelle interazioni digitali.

Questo orientamento verso tecnologie innovative è particolarmente visibile nelle start-up, che utilizzano l'AI come leva strategica per innovare processi e prodotti in modo flessibile e rapido. La loro natura sperimentale le spinge ad esplorare tecnologie non ancora consolidate sul mercato, ma con un elevato potenziale di crescita.

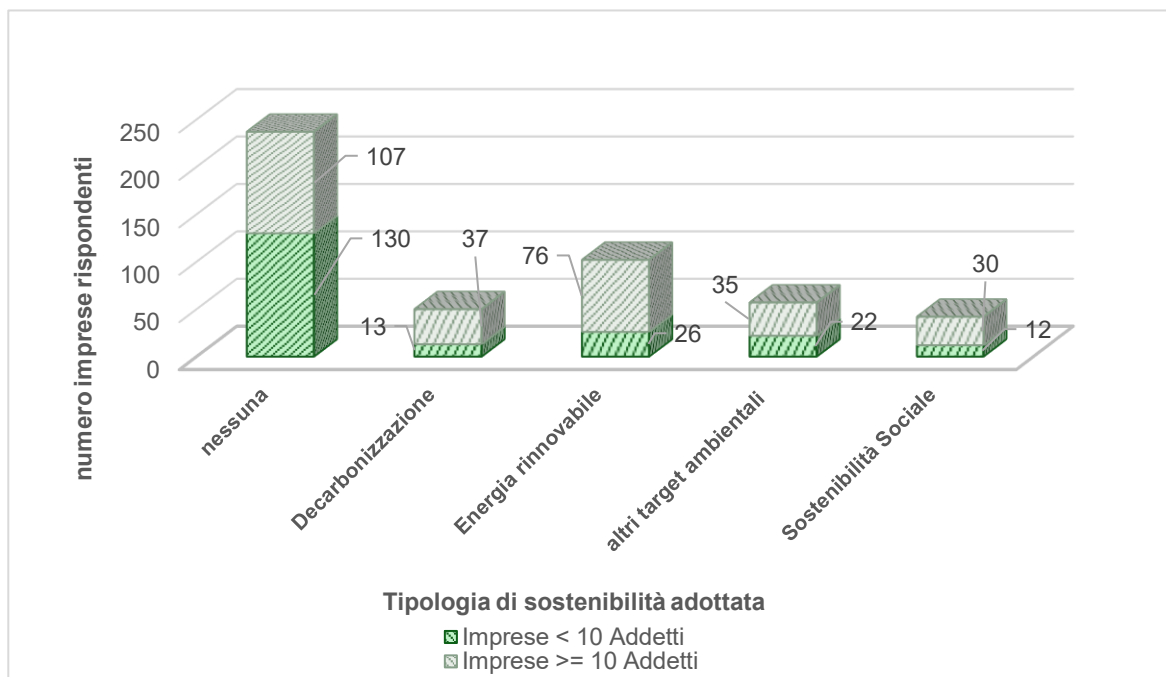
Le evidenze riportate mostrano un panorama in evoluzione per quanto riguarda l'adozione delle tecnologie digitali tra le micro e le non-microimprese. Se da un lato le realtà più grandi puntano su strumenti consolidati e su infrastrutture tecnologiche stabili, le microimprese, e in particolare le start-up, cercano di potenziare queste basi carenti e, in aggiunta, si dimostrano più inclini alla sperimentazione di tecnologie emergenti e innovative. Questo orientamento differenziato riflette le diverse strategie competitive: le grandi imprese mirano a consolidare l'efficienza operativa, mentre le microimprese vedono nel digitale una strada per la differenziazione di mercato e l'accesso a nuove opportunità. Le misure pubbliche di supporto, sebbene efficaci nel promuovere l'adozione di strumenti digitali, potrebbero essere ulteriormente potenziate per favorire non solo l'acquisizione di tecnologie, ma anche la formazione di competenze specialistiche interne, soprattutto per le microimprese, che ancora oggi si affidano in gran parte a servizi esterni.

2.2.6 Sostenibilità

La transizione verso un modello produttivo più sostenibile rappresenta una delle principali sfide per le imprese italiane, indistintamente se esse siano micro o non-micro. L'attenzione crescente verso i temi della sostenibilità ambientale e sociale è stimolata sia da pressioni normative sia da una maggiore consapevolezza sul valore economico e competitivo di un approccio sostenibile. Tuttavia, le differenze tra micro e non-micro risultano lampanti in termini di obiettivi, investimenti e strategie di sostenibilità, delineando percorsi differenziati nella capacità di adottare pratiche green e sociali.

Le imprese di **maggiori dimensioni** dimostrano una chiara propensione all'adozione di target volontari di sostenibilità, con un'attenzione particolare alle energie rinnovabili. Secondo i dati, **oltre il 60%** delle non-micro **ha fissato obiettivi di sostenibilità**, che includono il miglioramento dell'efficienza energetica, la riduzione delle emissioni di CO₂ e l'adozione di pratiche di economia circolare. Questa tendenza è probabilmente influenzata da una maggiore esposizione alle normative ambientali e alla necessità di conformarsi agli standard internazionali di sostenibilità.

Grafico 12. Adesione ai target volontari di Sostenibilità, Osservatorio delle Imprese Innovative 2025, Camera di Commercio di Torino



Note: sono ammesse risposte multiple, eccetto per la risposta "nessuna" che esclude le altre

Le **microimprese**, al contrario, mostrano un approccio più limitato: **solo il 35% di esse ha definito target volontari di sostenibilità**, e quando presenti, si concentrano su ambiti specifici come la gestione delle risorse idriche, l'economia circolare e il controllo dei rifiuti. Tale disparità evidenzia una difficoltà strutturale delle microimprese nel pianificare obiettivi sostenibili di lungo periodo, dovuta anche alla scarsa disponibilità di risorse finanziarie ed organizzative. Resta comunque preoccupante il dato che mostra come **237 imprese**, rispettivamente circa 40% delle macro e 65% micro, **non abbiano fissato alcun target in materia di sostenibilità**.

Questa divergenza suggerisce che le non-microimprese sono più inclini ad integrarsi nei meccanismi di finanziamento agevolato (es. credito bancario green) e a beneficiare delle agevolazioni fiscali previste per gli investimenti in sostenibilità. Al contrario, le microimprese, pur mostrando iniziative meritevoli, spesso non riescono a strutturare strategie di lungo termine, privilegiando interventi a breve termine e mirati.

Un elemento critico per l'adozione di pratiche sostenibili è rappresentato dalla capacità di accedere ai **finanziamenti pubblici**, che includono fondi regionali, nazionali e le iniziative del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Le **non-microimprese** evidenziano una maggiore capacità di:

- Partecipare a *bandi nazionali ed europei*;
- Strutturare *progetti* complessi, spesso in collaborazione *con enti di ricerca e con università*;
- Gestire *pratiche burocratiche complesse*, necessarie per ottenere finanziamenti agevolati.

Quasi il **30% delle non-micro** ha dichiarato di aver usufruito di fondi pubblici per la sostenibilità, utilizzati principalmente per:

- *Efficientamento energetico* degli impianti produttivi;
- *Acquisto di macchinari* a basso impatto ambientale;
- Progetti di *riduzione dell'impronta ecologica*.

Le *microimprese*, invece, *faticano maggiormente ad accedere a tali risorse*, con una quota che supera di poco il 10%. Le difficoltà principali risiedono nella complessità burocratica e nella mancanza di competenze interne per la redazione di progetti competitivi. In molti casi, le microimprese riescono ad ottenere fondi solo attraverso bandi regionali, generalmente più accessibili e con requisiti meno stringenti (*fonte elaborata dalle risposte al questionario*).

Questo divario rappresenta un limite significativo per le microimprese, che risultano svantaggiate nell'accesso a strumenti di finanziamento che potrebbero accelerare la loro transizione verso modelli produttivi sostenibili.

Le tecnologie per la sostenibilità ambientale rappresentano un altro importante indicatore della maturità ecologica delle imprese. Le *non-micro* dimostrano un livello medio di applicazione di queste tecnologie, con un focus particolare su:

- *Veicoli elettrici* e flotte aziendali green;
- *Efficienza energetica* nei processi produttivi;
- *Autoproduzione* di energia da fonti rinnovabili.

Queste iniziative sono spesso integrate in un piano più ampio di transizione energetica, volto a ridurre le emissioni e contenere i costi operativi. Le non-micro, inoltre, beneficiano di incentivi fiscali e agevolazioni per l'acquisto di tecnologie pulite, il che facilita, e non poco, l'adozione di pratiche sostenibili.

Le microimprese, al contrario, mostrano livelli di applicazione limitati in tutte le categorie tecnologiche analizzate. L'adozione di veicoli elettrici e tecnologie di autoproduzione energetica risulta pressoché marginale, con poche eccezioni rappresentate da start-up orientate alle green Technologies. In questo contesto, la priorità delle microimprese sembra concentrarsi sull'efficienza dei processi interni piuttosto che su investimenti strutturati in sostenibilità ambientale. La mancanza di risorse e la difficoltà di accesso ai finanziamenti pubblici rappresentano ostacoli significativi a un cambio di paradigma più incisivo.

Accanto alla sostenibilità ambientale, un ulteriore indicatore di maturità aziendale riguarda l'impegno nelle pratiche di **sostenibilità sociale**. Le **non-micro** si distinguono per un approccio più articolato, con l'adozione di iniziative legate a:

- **Welfare aziendale** (benefit per i dipendenti, assistenza sanitaria, flessibilità lavorativa);
- **Diversity & Inclusion (D&I)**, un concetto strategico nelle organizzazioni moderne che si riferisce al riconoscimento, alla valorizzazione e all'integrazione delle differenze individuali all'interno di un ambiente lavorativo (genere, etnia, cultura, età, orientamento sessuale, disabilità, background educativo e professionale);
- **Sicurezza sul lavoro**.

Queste imprese mostrano una maggiore capacità di integrare le politiche sociali nelle strategie aziendali, rispondendo anche alle richieste del mercato e alle normative vigenti.

Le **microimprese**, invece, registrano **percentuali inferiori al 40% nell'adozione di pratiche di sostenibilità sociale**. I loro sforzi sono principalmente focalizzati su iniziative di flessibilità operativa e di benessere interno, spesso legate alla necessità di garantire condizioni lavorative adeguate in contesti di risorse limitate, cercando probabilmente di attirare e/o trattenere risorse umane importanti il più possibile. Le start-up, in particolare, puntano su modelli di lavoro agili, capaci di adattarsi rapidamente alle esigenze del mercato.

L'analisi evidenzia un approccio diversificato tra micro e non-microimprese rispetto alla sostenibilità. Mentre le imprese più grandi mostrano una maggiore capacità di integrare pratiche sostenibili nei processi produttivi e di accedere a finanziamenti pubblici, le microimprese, pur dimostrando segnali

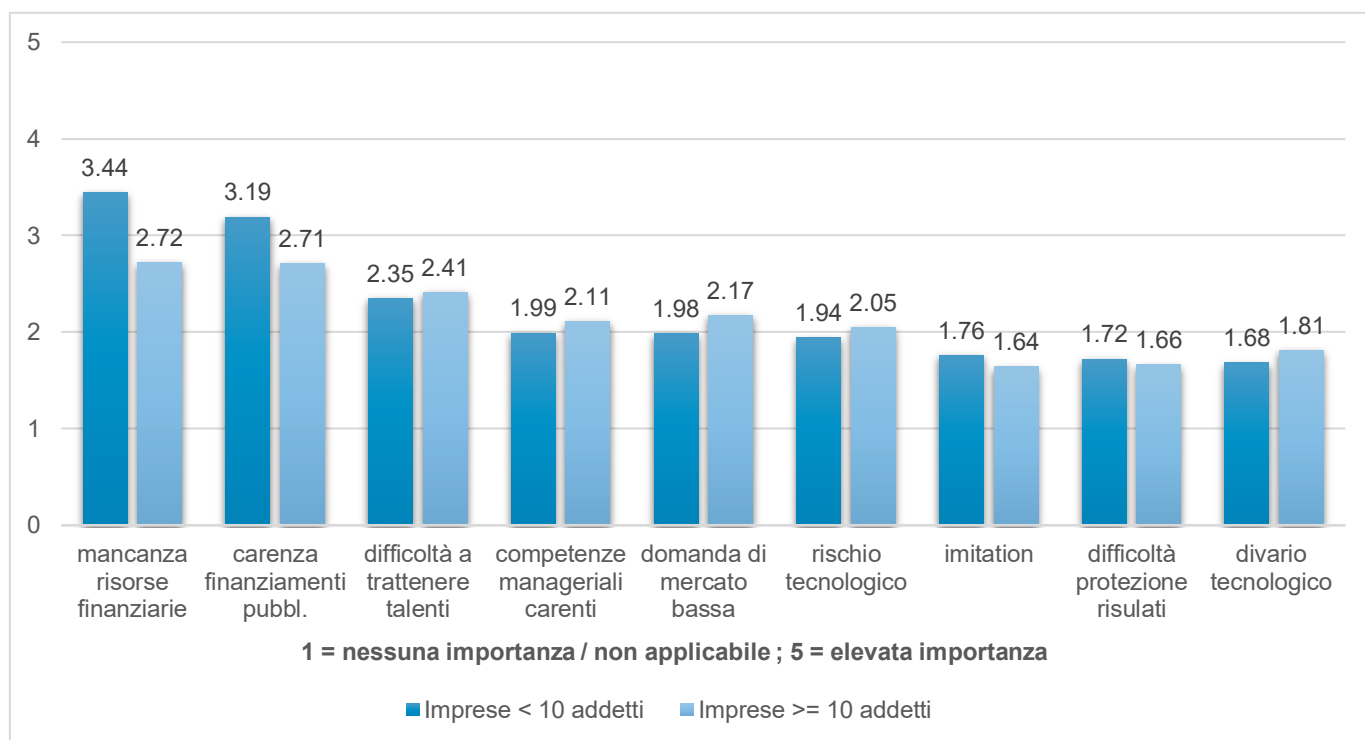
di apertura, faticano a sostenere investimenti strutturati e a partecipare ai meccanismi di agevolazione. Le politiche pubbliche potrebbero giocare un ruolo fondamentale nell'accompagnare le microimprese verso una transizione green più solida ed inclusiva, attraverso dei percorsi di formazione, una semplificazione della burocrazia e l'accesso facilitato a dei finanziamenti dedicati.

2.2.7 Ostacoli e risorse per R&D

L'accesso al credito e la capacità di sostenere investimenti in Ricerca e Sviluppo rappresentano elementi chiave per stimolare l'innovazione nelle imprese italiane. Tuttavia, la disponibilità di risorse finanziarie, le modalità di finanziamento e le difficoltà di accesso ai bandi pubblici variano notevolmente tra micro e non-microimprese, delineando un contesto eterogeneo e ricco di sfide.

Le **microimprese** e quelle di **dimensioni maggiori** individuano tra i principali ostacoli agli investimenti in R&D la **mancanza di risorse finanziarie**, la **carenza di finanziamenti pubblici** e le **difficoltà nel trattenere talenti altamente qualificati**, che rappresentano una fonte cruciale per sostenere i costi legati alla R&D. Questa problematica è particolarmente rilevante nelle fasi iniziali di sviluppo tecnologico, quando il rischio di investimento è più elevato e le garanzie richieste per l'accesso al credito risultano difficili da ottenere. Questi fattori limitano la capacità di sostenere

Grafico 13. Risposte al questionario in merito agli ostacoli per gli investimenti in R&D, Osservatorio delle Imprese Innovative 2025, Camera di Commercio di Torino



progetti di innovazione a lungo termine e riducono la competitività sui mercati internazionali. Tuttavia, le **non-micro** riescono a **mitigare** questi ostacoli grazie ad una maggiore **capacità di accedere al credito bancario e alle agevolazioni fiscali**.

L'assenza di risorse adeguate limita fortemente la capacità delle microimprese di:

- **Effettuare investimenti strutturali;**
- **Sviluppare nuovi prodotti innovativi;**
- **Aggiornare le tecnologie produttive;**
- **Partecipare a programmi di ricerca collaborativa.**

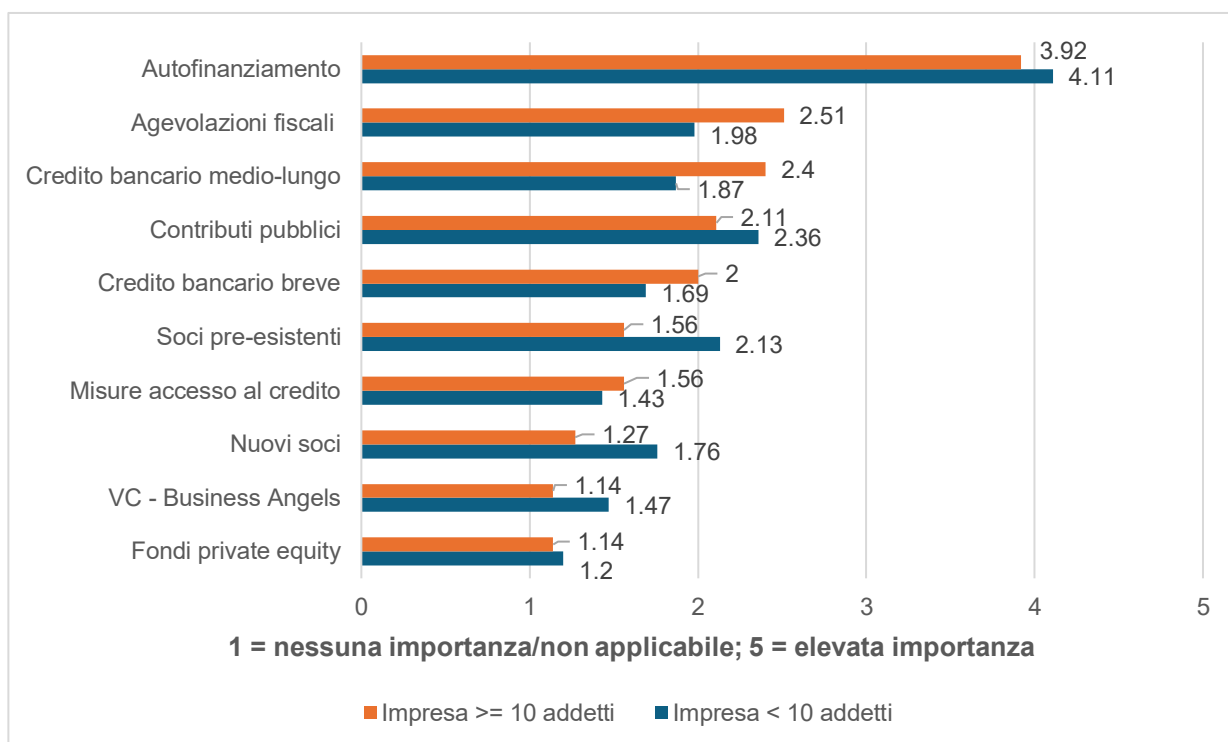
Inoltre, la scarsa percezione di altri ostacoli (ad esempio, vincoli normativi e/o barriere tecnologiche) può indicare una mancanza di consapevolezza e di immaturità rispetto al processo di innovazione, sintomatologia di una limitata esposizione ai percorsi strutturati di R&D. Questo divario di competenze strategiche rende le microimprese vulnerabili alle pressioni del mercato e meno pronte ad affrontare le sfide dell'Industria 4.0 nella loro completezza.

Le **modalità di finanziamento** dell'innovazione variano significativamente tra micro e non-microimprese. Le imprese di **dimensioni maggiori** tendono ad adottare un modello di finanziamento misto, che include:

- **Autofinanziamento**, come principale fonte di sostentamento per i progetti di sviluppo;
- **Agevolazioni fiscali**, tra cui il credito d'imposta per R&D ed il Patent Box;
- **Accesso al credito bancario**, favorito da una maggiore solidità patrimoniale e da bilanci più strutturati.

Questo mix di finanziamenti consente alle non-micro di pianificare investimenti di lungo periodo, riducendo l'esposizione ai rischi finanziari ed ottimizzando l'impiego delle risorse interne.

Grafico 14. Risposte al questionario in merito alle modalità di finanziamento in sostegno agli investimenti in innovazione, Osservatorio delle Imprese Innovative 2025, Camera di Commercio di Torino



Le **microimprese**, invece, si affidano quasi esclusivamente all'**autofinanziamento**, con una scarsa incidenza di finanziamenti bancari o di agevolazioni fiscali. Tale situazione riflette una cultura imprenditoriale improntata alla prudenza e una diffusa difficoltà di accesso ai canali di credito esterni. Le **principali cause** di questo limite strutturale sono:

- **L'assenza di garanzie reali o fidejussioni bancarie** richieste dagli istituti di credito;
- **L'elevato rischio percepito nel finanziare** piccole realtà senza solidità patrimoniale;
- La **mancaanza di competenze specialistiche** nella redazione di business plan efficaci e competitivi.

L'autofinanziamento, se da un lato garantisce un certo grado di indipendenza, dall'altro limita la possibilità di espandere i progetti di innovazione e rende più difficile l'adozione di tecnologie avanzate che richiedono investimenti iniziali significativi. Altre forme utilizzate nelle piccole realtà sono i **contributi pubblici**, che possono essere una risorsa considerata più accessibile nonostante numerose limitazioni e regolamentazioni talvolta vincolanti, e investimenti dovuti ai **soci preesistenti** che decidono di credere nel progetto sobbarcandosi tutti (o quasi tutti) i rischi associati. Pertanto, il

quadro per le piccole imprese del tessuto piemontese, in particolare della provincia di Torino, risulta complesso ed intricato di variabili da considerare.

Un altro aspetto fondamentale riguarda l'accesso ai ***finanziamenti pubblici attraverso bandi competitivi***, che rappresentano una risorsa essenziale per le imprese innovative. I dati rivelano che circa il ***50% delle microimprese*** e il ***40% delle non-micro hanno partecipato a bandi pubblici*** per ottenere fondi di supporto all'innovazione dal 2022 fino al momento della stesura del questionario, cioè il 24 febbraio 2025.

Questa differenza è indicativa di un sistema in cui le piccole realtà si concentrano su finanziamenti locali, meno complessi e maggiormente orientati al tessuto imprenditoriale di prossimità. Le non-micro, invece, sono più attrezzate per affrontare la complessità dei bandi nazionali ed internazionali, grazie a strutture organizzative più robuste e competenze interne dedicate alla gestione dei progetti di finanziamento.

Nonostante il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) abbia previsto un ampio stanziamento di fondi per sostenere l'innovazione, l'accesso da parte delle microimprese resta limitato. Questo scenario evidenzia una serie di criticità quali barriere burocratiche eccessive, difficoltà di interpretazione dei bandi, scarsa informazione sulle opportunità disponibili.

Queste problematiche sollevano i già ampiamente citati interrogativi sulla reale efficacia delle politiche di supporto e indicano la necessità di politiche di semplificazione e di accompagnamento per le microimprese, che potrebbero beneficiare di maggiori strumenti di formazione e di assistenza per la partecipazione a bandi competitivi, con possibilità anche di snellimento delle pratiche burocratiche.

Quindi, l'accesso al finanziamento, sia attraverso canali bancari che pubblici, rappresenta un nodo cruciale per lo sviluppo di progetti innovativi nelle PMI italiane. Le microimprese, pur essendo il cuore pulsante del tessuto produttivo nazionale, mostrano evidenti difficoltà nel reperire risorse esterne, limitando così il loro potenziale di crescita e di competitività. Per facilitare l'accesso al credito e ai finanziamenti pubblici, è fondamentale un intervento mirato che possa prevedere diverse misure in risposta a questi ostacoli. Delle possibilità potrebbero essere:

🚦 ***Semplificazione burocratica*** per l'accesso ai bandi, riducendo le cosiddette “scartoffie” che tanto rallentano e che fanno da deterrente verso queste agevolazioni nei confronti delle imprese;

🚦 ***Formazione manageriale*** per la gestione dei progetti di innovazione, tale da coltivare le competenze in modo che restino internamente all'organizzazione;

🚦 **Supporto** nella redazione dei business plan e dei piani di R&D, ciò che magari viene fatto anche nei poli di innovazione e negli incubatori di startup disseminati sul territorio.

2.2.8 Luci ed ombre del campione analizzato

Volendo mettere sui piatti della bilancia da un lato tutte le luci e sull'altro tutte le ombre del campione analizzato, e cercando di capire al meglio cosa è quindi emerso dalle analisi e cosa invece resta ancora alquanto torbido, è stata strutturata una tabella che potesse favorire il confronto. Di seguito quanto prodotto dal candidato:

Tabella 7. Luci ed ombre del campione analizzato, elaborazione del candidato, Osservatorio delle Imprese innovative 2025, Camera di Commercio di Torino

LUCI	OMBRE
I piani nazionali I4.0 e i bandi su “Smart Factory” hanno favorito un aumento degli investimenti in R&D, ma potrebbero raccogliere più consensi	Poca «disruption» e poca digitalizzazione di processi e prodotti rispetto alla media europea
L’ecosistema è vitale , considerando la filiera integrata, rapporti con università, interesse verso match-making e molto altro	Prevalgono investimenti su una singola tecnologia piuttosto che nell’integrazione di diverse
I4.0 sembra aver favorito innovazioni incremental di processo	Molte imprese necessitano ancora di orientamento e formazione per comprendere ambiti di applicazione

I temi da approfondire e sviluppare in futuro in questa direzione includono, innanzitutto, l’attuazione di **analisi in grado di stimare gli effetti concreti degli investimenti in tecnologie 4.0 sulla produttività e sulla redditività** delle imprese. Comprendere in che modo tali innovazioni restituiscano

valore alle PMI — in termini di *miglioramento qualitativo, incremento quantitativo e ritorno economico* — rappresenta una leva fondamentale per orientare le politiche industriali e le decisioni imprenditoriali.

Un ulteriore ambito di approfondimento riguarda la *complementarità tra le tecnologie 4.0 e le pratiche manageriali*, con l'obiettivo di valutare in che misura queste due dimensioni possano integrarsi efficacemente nei contesti organizzativi, favorendo processi di trasformazione più solidi e coerenti.

Sarebbe inoltre utile analizzare *l'evoluzione dei modelli di business abilitati dall'Industria 4.0*, con particolare attenzione alla capacità delle imprese di adattarsi a scenari dinamici e tecnologicamente complessi. In questo contesto, assume crescente rilevanza il *ruolo della filiera e dell'ecosistema*: partner di mercato, fornitori tecnologici, istituzioni e altri stakeholder svolgono un ruolo chiave nel sostenere e accelerare il percorso di innovazione.

Infine, si propone di esplorare possibili **interazioni e sinergie con altri progetti promossi dalla CCIAA (Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura)**, ente pubblico che, oltre a gestire il Registro delle Imprese, fornisce servizi di supporto al tessuto imprenditoriale. Tra questi rientrano i **bandi per finanziamenti a fondo perduto**, volti a incentivare iniziative di **ricerca e sviluppo o investimenti in tecnologie green e fonti rinnovabili**. L'integrazione di queste azioni con le strategie di digitalizzazione potrebbe contribuire a rafforzare la competitività e la sostenibilità delle PMI in modo sinergico e sistemico.

Delle direzioni su cui si dovrebbe pensare di intervenire sono:

- 🚦 **Incoraggiare progetti di filiera** che coinvolgano OEMs, PMI e università soprattutto in qualità di Competence Center;
- 🚦 **Potenziare** e far leva su azioni di orientamento e di **creazione** delle **precondizioni organizzative** (lean) e **infrastrutturali** (ERP, cloud computing) per gli investimenti su Industria 4.0;
- 🚦 **Lavorare sull'integrazione** tra ricerca, innovazione e formazione (on the job) al fine di formare più «specialisti 4.0» rispetto allo stato dell'arte.

2.2.9 Summary delle evidenze ricavate dal questionario

La tabella seguente offre una sintesi strutturata degli elementi chiave analizzati nei paragrafi precedenti per l'innovazione. L'obiettivo è fornire una visione d'insieme chiara e immediata delle principali differenze riscontrate tra micro e non-microimprese, evidenziando le criticità e le opportunità legate al processo di innovazione. Tale summary intende fornire un riferimento rapido e intuitivo, utile per comprendere le dinamiche di finanziamento dell'innovazione nelle PMI italiane e le barriere che ne limitano l'espansione tecnologica, cogliendo in modo immediato le differenze strutturali tra le categorie analizzate, facilitando l'identificazione di aree di miglioramento e di intervento strategico:

Tabella 8. Summary delle evidenze ricavate dal questionario, Osservatorio delle Imprese innovative 2025, Camera di Commercio di Torino

	MICRO IMPRESE	IMPRESE NON MICRO
<i>Informazioni generali</i>	• Modelli semplici, controllo diretto, spesso gestione familiare • Elevata presenza di figure qualificate (startup)	• Spesso la struttura è una proprietà familiare, ma inducono progressivamente in modelli manageriali più strutturati
<i>Tecnologie, prodotti e processi</i>	• Soluzioni modulari volte alla personalizzazione • Presenza di innovazioni anche radicali • Standardizzazione medio-alta	• Soluzioni modulari volte alla personalizzazione • Competizione su altri fattori (es. economie scala) • Standardizzazione medio-alta
<i>Innovazione</i>	• È leva per entrare in nuovi mercati • Esternalizzazione della R&D • Collaborano più frequentemente con università e centri di ricerca	• È leva per migliorare efficienza e qualità • Internalizzazione della R&S • Collaborano lungo tutta la filiera (clienti, fornitori, consulenti)
<i>Digitalizzazione</i>	• L'adozione delle tecnologie digitali è ancora in fase iniziale • Le tecnologie più presenti sono AI, big data e cybersecurity • I valori medi indicano sperimentazione, più che una vera adozione • Le imprese più grandi adottano un approccio più strutturato, investendo anche in formazione	

<i>Sostenibilità</i>	• Azioni immediate e flessibili, legate alla gestione operativa • Minor formalizzazione degli obiettivi	• Formalizzazione di obiettivi ambientali e sociali • Maggiore risposta ai vincoli normativi e alle opportunità di finanziamento • Integrazione della sostenibilità nella strategia di business
<i>Ostacoli e modalità di finanziamento</i>	• Strategia prudente, centrata sull'autofinanziamento • Difficoltà di accesso al credito bancario e ai bandi pubblici	• Maggiore diversificazione delle fonti • Utilizzo più frequente di strumenti esterni (credito, agevolazioni) • Capacità di pianificazione finanziaria sul lungo periodo

3 Studio analitico svolto dal candidato in materia di digitalizzazione

3.1 Introduzione allo studio

È stato di fondamentale importanza poter revisionare diversi studi precedentemente pubblicati per la riuscita del progetto di tesi, sia per prendere spunto dalle analisi di esperti del settore e sia per avere più consapevolezza sui mezzi da utilizzare per poter arrivare a delle conclusioni utili, con risvolti interessanti e soprattutto significative statisticamente.

Lo studio maggiormente consultato è stato condotto a cavallo tra il 2020 e il 2021 da Riccardo Ricci, Daniele Battaglia e Paolo Neirotti, facenti parte del DIGEP - Dipartimento di Ingegneria Gestionale e della Produzione del Politecnico di Torino ed è stato denominato “**External knowledge search, opportunity recognition and industry 4.0 adoption in SMEs**”.

Volendo fare un resoconto dello studio, questo espone come le tecnologie legate all'Industria 4.0 richiedono alle Piccole e Medie Imprese (PMI) di comprendere appieno le loro potenziali applicazioni prima di procedere con l'adozione, viene testato empiricamente un modello che collega le strategie di ricerca delle PMI all'interno del loro ecosistema (cioè, ampiezza della ricerca vs. profondità della ricerca) alla capacità delle PMI di riconoscere le opportunità digitali associate all'Industria 4.0, ovvero:

- **Digital Design** (progettazione digitale);
- **Digital Manufacturing** (produzione digitale);
- **Digital Servitisation** (servitizzazione digitale).

L'analisi è stata condotta su un campione di **174 PMI manifatturiere operanti in Piemonte**, una regione con una forte vocazione industriale ed innovativa. Il campione è stato selezionato tra aziende coinvolte in attività innovative, come la registrazione di brevetti e la partecipazione a progetti di R&D. I risultati illustrano i tratti distintivi dei percorsi di ricerca della conoscenza necessari per implementare le tecnologie di Industria 4.0 in un contesto manifatturiero di PMI. I dati sono stati raccolti tramite questionari e analizzati utilizzando il **metodo PLS-SEM** (Partial Least Squares Structural Equation Modeling), una tecnica di analisi statistica multivariata che consente di stimare modelli di equazioni strutturali anche in presenza di campioni ridotti, modelli complessi o variabili latenti non normalmente distribuite. È particolarmente utilizzata nelle scienze sociali, nel management e nel marketing, ma trova sempre più applicazione anche negli studi sull'innovazione e nelle scienze applicate, come l'analisi delle dinamiche di adozione delle tecnologie 4.0 nelle PMI.

In particolare, i risultati indicano che il riconoscimento delle opportunità digitali sia nel design del prodotto sia nei processi di produzione richiede una profondità di collaborazione nel processo di innovazione, al fine di cogliere i bisogni specifici dell'impresa e del settore, nonché per creare un rapporto di fiducia reciproca tra le parti coinvolte.

Al contrario, le opportunità digitali nel contesto delle piattaforme prodotto/servizio necessitano di una ampiezza di ricerca per permettere alle PMI di investire in diversi strati della tecnologia informatica, a supporto della digitalizzazione di un prodotto. In aggiunta, lo studio evidenzia come tutte e tre le categorie di opportunità digitali abbiano un'influenza positiva sull'adozione di tecnologie informative e digitali (es. IoT, Big Data Analytics, simulazione).

I risultati forniscono prove concrete su come le opportunità digitali siano correlate all'adozione di differenti tecnologie legate all'Industria 4.0, riflettendo i tratti peculiari delle PMI manifatturiere.

Inoltre, dimostrano ai manager come definire strategie di collaborazione specifiche con l'ecosistema di riferimento, in funzione delle opportunità digitali che intendono perseguire.

L'Industria 4.0 rappresenta una vera e propria rivoluzione industriale che introduce tecnologie avanzate come l'Internet of Things (IoT), l'intelligenza artificiale, la manifattura additiva e il cloud computing. Queste tecnologie, come spiegato nei capitoli precedenti, offrono opportunità significative per le piccole e medie imprese (PMI), ma la loro adozione è spesso ostacolata da barriere finanziarie e dalla mancanza di competenze manageriali.

In particolare, viene esaminato come la ricerca di conoscenze esterne (sia in termini di ampiezza che di profondità) influenzi la capacità delle PMI di riconoscere le opportunità offerte dalle tecnologie dell'Industria 4.0 e di adottarle con successo.

3.1.1 Revisione della Letteratura

L'Industria 4.0 si fonda su tecnologie trasversali che migliorano i processi produttivi, rendendo le imprese più flessibili ed efficienti. Sebbene queste tecnologie siano state inizialmente sviluppate per grandi aziende, esse offrono opportunità strategiche anche alle PMI, che costituiscono la maggior parte delle imprese europee e rappresentano il 66% dell'occupazione totale.

Le sfide per l'adozione delle tecnologie dell'Industria 4.0 nelle PMI sono diverse e molte sono emerse anche dal questionario precedentemente analizzato, tra cui:

- ❖ *Limitazioni finanziarie*
- ❖ *Carente formazione del personale*
- ❖ *Scarsa infrastruttura informatica*
- ❖ *Resistenza culturale all'innovazione*
- ❖ *Difficoltà nella riconfigurazione dei modelli di business*

Il documento propone un modello teorico e uno sviluppo delle ipotesi che esplora il legame tra:

- *Ricerca di conoscenza esterna*
 - *Ampiezza di ricerca*: coinvolge l'interazione con un ampio numero di attori esterni (università, centri di ricerca, fornitori, ecc.);

- **Profondità di ricerca:** si concentra su collaborazioni strette e durature con un numero limitato di partner.

- **Riconoscimento delle opportunità digitali**

Identificare le opportunità digitali è cruciale per stimolare l'adozione di tecnologie 4.0. Tali opportunità si dividono in:

- **Opportunità di design digitale** (progettazione e sviluppo del prodotto);
- **Opportunità di manifattura digitale** (ottimizzazione della produzione e gestione della qualità);
- **Opportunità di servitizzazione digitale** (aggiunta di servizi digitali ai prodotti esistenti).

- **Adozione delle tecnologie 4.0**

L'adozione effettiva delle tecnologie 4.0 dipende fortemente dalla capacità delle PMI di riconoscere ed implementare le opportunità digitali identificate.

3.1.2 Risultati osservati in letteratura

Tra le diverse considerazioni venute a galla nel corso dello studio condotto per l'International Journal of Production Economics, i principali risultati possono essere identificati con i seguenti punti di interesse:

1. **Riconoscimento delle Opportunità Digitali come Mediatore**

- Il riconoscimento delle opportunità digitali media significativamente la relazione tra la ricerca di conoscenza esterna e l'adozione delle tecnologie 4.0. Le PMI che cercano conoscenze in modo più ampio tendono ad identificare opportunità legate alla **servitizzazione digitale**, che è un processo strategico attraverso il quale le aziende trasformano i loro modelli di business passando dalla semplice vendita di prodotti fisici all'offerta di servizi digitali connessi e soluzioni integrate. Le PMI che investono in collaborazioni profonde tendono a riconoscere più facilmente le opportunità legate al **design digitale** e alla **manifattura digitale**.

2. *Ruolo della Profondità e dell'Ampiezza di Ricerca*

- Mentre la **profondità di ricerca** pare facilitare, e non poco, l'identificazione di opportunità nei processi di design e manifattura, e consente alle PMI di adattare le tecnologie alle proprie esigenze specifiche, l'**ampiezza di ricerca** invece si rivela determinante per riconoscere le già citate opportunità di servitizzazione digitale e aiuta ad identificare altre soluzioni innovative per introdurre servizi digitali avanzati.

3. *Adozione delle Tecnologie 4.0*

- **Tecnologie di design digitale:** favoriscono l'adozione di strumenti per la **cybersecurity** per proteggere la proprietà intellettuale.
- **Tecnologie di manifattura digitale:** favoriscono l'uso di **robot collaborativi** per l'automazione dei processi produttivi.
- **Tecnologie di servitizzazione digitale:** promuovono l'adozione di strumenti di **realtà aumentata e virtuale** per migliorare l'esperienza del cliente e i servizi post-vendita.

La discussione dello studio evidenzia che le PMI che adottano un approccio mirato e consapevole alla ricerca di conoscenza esterna sono maggiormente in grado di riconoscere le opportunità offerte dalle tecnologie 4.0 e di implementarle con successo. Lo studio sottolinea inoltre l'importanza di partnership con università, fornitori e consulenti per colmare i gap tecnologici delle PMI.

Le **conclusioni dello studio** portano alla luce diverse considerazioni e spunti utili che possono essere raggruppati in **contributi teorici, implicazioni manageriali e raccomandazioni per i Policy Maker**.

Di fatti si parla di **contributi teorici** poiché il documento amplia a tutti gli effetti la letteratura sull'Industria 4.0, dimostrando come la ricerca di conoscenze esterne influenzi la capacità delle PMI di riconoscere e implementare le tecnologie digitali, e poi introduce nuove evidenze sul ruolo della collaborazione con attori esterni, in particolare per la servitizzazione digitale.

Le **implicazioni Manageriali** sono un altro aspetto degno di nota perché i manager delle PMI dovrebbero investire in collaborazioni strategiche ed approfondire per implementare tecnologie legate al design e alla manifattura. Per le opportunità di servitizzazione, è invece cruciale ampliare le fonti di conoscenza e creare un network diversificato di partner, in modo da avere un ecosistema in cui questo nodo può essere trattato e tutelato a dovere.

Il documento si pone come obiettivo anche quello di porre delle **raccomandazioni verso i Policy Maker**, cioè un gruppo di persone che ha il potere e la responsabilità di sviluppare, formulare e implementare politiche pubbliche o aziendali. I policy maker operano in vari ambiti, tra cui il governo, le istituzioni internazionali, le organizzazioni non governative (ONG), le imprese e le associazioni di categoria. Costoro identificano i problemi (criticità ed esigenze) di una comunità, settore industriale o organizzazione, formulano delle politiche per rispondere ai problemi identificati, mettono in pratica ed implementano quanto deciso con leggi, programmi e regolamenti, ed infine monitorano l'andamento per proporre eventualmente delle modifiche da apportare. Lo studio in oggetto suggerisce di **promuovere politiche** che facilitino l'interazione delle PMI con università, centri di ricerca e fornitori tecnologici ed in generale per tutte le risorse possibili, come i Competence Center e i Digital Innovation Hub che possono supportare le PMI nel riconoscere e sfruttare le opportunità digitali.

Il documento riconosce però alcune **limitazioni**, tra cui quella di avere analizzato ed essere quindi aderente ad un **campione limitato di PMI del Piemonte**, e che i dati siano stati raccolti in **maniera trasversale**, senza analizzare l'evoluzione temporale delle imprese coinvolte. Per il futuro, si suggerisce di ampliare l'analisi ad altre aree geografiche e settori industriali, oltre a esplorare il ruolo delle competenze del personale nell'adozione delle tecnologie 4.0.

3.2 Analisi e modalità di lavoro

3.2.1 Software e dataset utilizzati

Il dataset fornito al candidato è stato fornito dall'osservatorio **CamCom PoliTO** per le imprese innovative. Per poter analizzare in maniera accurata le risposte raccolte tramite il questionario, il primo passo consisteva nell'importare e predisporre il dataset all'interno di **SPSS Statistics** di **IBM**. I dati grezzi, originariamente archiviati in un file Excel, sono stati innanzitutto verificati per garantire la coerenza e l'integrità, correggendo eventuali errori o valori mancanti e rimuovendo duplicati. Successivamente, ciascuna variabile è stata definita con attenzione nella **Variable View**, assegnando etichette descrittive, codici coerenti e tipologie numeriche o categoriche appropriate, in modo da rispettare la scala di misura originale delle risposte. Per le variabili quantitative relative, ad esempio, alla spesa in Ricerca e Sviluppo o ad altri insiemi di domande omogenee, sono stati creati degli indici sintetici mediante la funzione **Compute Variable**, calcolando la media dei punteggi per ciascun costruito. Tale operazione ha permesso di ottenere una rappresentazione più stabile e interpretabile

delle informazioni raccolte, riducendo l'effetto dei valori mancanti grazie a procedure di calcolo condizionale. Inoltre, le variabili relative ai pacchetti tecnologici delle imprese, individuate tramite un'analisi fattoriale preliminare, sono state salvate come factor scores, consentendo di utilizzare questi nuovi predittori continui nelle successive analisi statistiche. Grazie a questa accurata fase di preparazione, il dataset risultava pronto per essere impiegato in tutte le analisi successive, dalla regressione lineare multipla alle correlazioni tra fattori, fino alle comparazioni tra gruppi di imprese, garantendo affidabilità e coerenza dei risultati.

3.2.2 Compare means, factor analysis e analisi di regressione lineare multipla

Una volta predisposto e verificato il dataset, si è proceduto con le prime analisi esplorative delle risposte, al fine di comprendere la distribuzione dei dati e individuare eventuali differenze significative tra i gruppi di imprese definiti in base alla dimensione o ad altre caratteristiche strutturali. A tal fine è stata impiegata la procedura **Compare Means** di SPSS, che ha permesso di calcolare le medie e le deviazioni standard delle risposte per ciascun gruppo, evidenziando quali domande presentassero differenze statisticamente significative. Le analisi post hoc, effettuate con il **test Games-Howell** per tener conto di eventuali varianze non omogenee tra i gruppi, hanno consentito di individuare precisamente quali coppie di categorie differissero tra loro, fornendo una visione chiara della distribuzione delle risposte e dei livelli di adozione delle tecnologie.

Le tecnologie risultate statisticamente significative sono le seguenti in *Tabella 9*, con i risultati ad esse associati:

Tabella 9. Risultato Games-Howell dato dal Compare Means, SPSS Statistics

Tecnologia	Risultato significativo
AI	- le grandi hanno un livello medio di adozione maggiore delle medie - le micro hanno un livello medio di adozione maggiore delle piccole e delle medie
IoT	le grandi hanno un livello medio di adozione maggiore di tutte le altre
Gestione grandi mole di dati	le grandi hanno un livello medio di adozione maggiore di tutte le altre
Magazzini automatici	- le micro hanno un livello medio di adozione minore di tutte le altre - le piccole hanno un livello medio di adozione minore delle medie

Condivisione Real-Time dati filiera	• le grandi hanno un livello medio di adozione maggiore delle piccole
MES	• le medie hanno un livello medio di adozione maggiore delle micro e delle piccole • le grandi hanno un livello medio di adozione maggiore delle micro

Per esplorare le relazioni tra le numerose variabili relative alle tecnologie adottate dalle imprese e ridurre la complessità del dataset, è stata condotta **un'analisi fattoriale esplorativa** (EFA – Exploratory Factor Analysis) utilizzando SPSS. L'obiettivo principale di questa procedura era identificare fattori latenti, ovvero insiemi di variabili strettamente correlate tra loro, rappresentativi di pacchetti coerenti di tecnologie, che potessero essere utilizzati come predittori nelle successive analisi di regressione e correlazione.

La prima fase ha previsto la valutazione della fattibilità dell'analisi fattoriale, attraverso il calcolo del **Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)** e del **Test di Bartlett**. Il KMO misura l'adeguatezza del campione, indicando se le correlazioni tra le variabili sono sufficientemente elevate per giustificare la fattorizzazione; valori superiori a 0.6 sono considerati accettabili. Il Test di Bartlett, invece, verifica l'ipotesi nulla secondo cui la matrice delle correlazioni è una matrice identità: un risultato significativo ($p < 0.05$) indica che esistono correlazioni sufficienti tra le variabili per procedere con l'analisi.

Successivamente, è stata scelta la metodologia di estrazione dei fattori. In questa fase si è optato per **l'estrazione per componenti principali (PCA – Principal Component Analysis)**, finalizzata a identificare un numero ridotto di componenti che spiegassero la massima quota di varianza totale del dataset. Per determinare quanti fattori mantenere, sono stati considerati due criteri: il criterio di Kaiser (Eigenvalue > 1) e l'analisi visiva dello Scree Plot, in cui si osserva il punto di “gomito” oltre il quale i fattori aggiuntivi spiegano una quota trascurabile di varianza.

Al termine dell'estrazione, è stata applicata una **rotazione Varimax** per semplificare l'interpretazione dei fattori. La rotazione permette di redistribuire la varianza spiegata tra i fattori in modo da ottenere componenti più interpretabili: ogni variabile tende a caricare fortemente su un unico fattore e debolmente sugli altri, facilitando la denominazione dei fattori stessi.

Le **Rotated Component Matrix** ottenute hanno permesso di identificare quali variabili contribuiscono maggiormente a ciascun fattore, definendo così i cosiddetti “pacchetti tecnologici”. I factor scores relativi ai fattori estratti sono stati salvati come nuove variabili continue nel dataset, in modo da poterli utilizzare come predittori nelle analisi successive di regressione lineare multipla e correlazione tra fattori.

L'analisi fattoriale esplorativa ha permesso di sintetizzare le numerose variabili relative alle tecnologie adottate dalle imprese in tre fattori principali, in grado di spiegare complessivamente il **57.2% della varianza totale**. Il primo fattore, denominato “**Gestione dati**”, raccoglie le tecnologie legate alla gestione di grandi moli di dati e alla loro integrazione nella filiera produttiva, comprendendo strumenti di Intelligenza Artificiale, Internet of Things e sistemi per l'elaborazione e l'integrazione dei dati. Il secondo fattore, definito “**Automazione**”, include le soluzioni legate alla gestione dei processi e alla robotica avanzata, come MES, magazzini automatici, robot collaborativi (cobot) e altre tecnologie di automazione avanzata, rappresentando il nucleo dell'efficienza operativa e della flessibilità produttiva. Infine, il terzo fattore, denominato “**Virtualizzazione**”, raggruppa le tecnologie orientate alla progettazione avanzata e alla simulazione, comprendendo robotica avanzata, manifattura additiva, simulazione di processo e realtà aumentata, strumenti che supportano l'innovazione di prodotto e la sperimentazione virtuale.

I fattori estratti si sono dimostrati indipendenti tra loro, come confermato dalle correlazioni tra i punteggi fattoriali, prossime a zero, a indicare che ciascun pacchetto tecnologico misura un costrutto distinto senza sovrapposizioni significative. Questo risultato consente di utilizzare i fattori come variabili predittive separate nelle analisi successive, come la regressione lineare multipla, garantendo che ciascun pacchetto tecnologico possa essere interpretato e valutato autonomamente nel contesto dell'adozione complessiva di Industria 4.0

Infine, sono stati valutati i valori di **communalities**, che indicano la quota di varianza di ciascuna variabile spiegata dai fattori estratti: valori elevati confermano che la variabile è ben rappresentata dai fattori. La procedura complessiva ha garantito che i fattori estratti fossero affidabili e interpretabili, costituendo una base solida per le analisi successive.

Per comprendere in che modo i diversi pacchetti tecnologici incidono sull'adozione complessiva delle soluzioni Industria 4.0, è stata condotta una **regressione lineare multipla** utilizzando come variabili dipendenti i fattori latenti identificati tramite l'analisi fattoriale, rappresentativi dei pacchetti tecnologici “**Gestione dati**”, “**Automazione**” e “**Virtualizzazione**”. Sono stati impiegati come variabili indipendenti, invece, la suddivisione per dimensione d'impresa, la media del fatturato dovuto ai primi tre clienti dell'impresa (e quindi quanto sono dipendenti dai clienti principali), se sono B2C piuttosto che B2B, se hanno sedi all'estero, i vari obiettivi verso l'innovazione e i loro ostacoli, tipologie di finanziamento utilizzate negli ultimi tre anni.

I risultati hanno mostrato un modello estremamente robusto, capace di spiegare sufficientemente la variabilità osservata nell'adozione complessiva, confermando l'importanza dei pacchetti tecnologici nell'influenzare le scelte delle imprese. In particolare, partendo per ordine, il fattore relativo alla “**Gestione dei Dati**” si è rivelato un buon predittore significativo, con un $R^2 = 0.309$, un Adjusted

$R^2 = 0.239$ ed una Significatività = 0.000. Di seguito l'export proveniente dal software SPSS di questa prima analisi di regressione effettuata:

Tabella 10. Risultato analisi di regressione lineare multipla per la variabile dipendente estratta dalla factor analysis "Gestione dei dati", SPSS Statistics

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients					Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Tolerance	VIF		
Media fatturato proveniente dai primi 3 clienti	-0.428	0.209	-0.220	-2.050	0.044	0.869	1.151		
Aumentare l'offerta di prodotti/servizi nei segmenti di mercato già coperti dalla società	0.208	0.089	0.293	2.338	0.022	0.636	1.572		
Utilizzo di autofinanziamento di impresa (risorse proprie della società)	0.210	0.071	0.306	2.969	0.004	0.942	1.061		
Dummy sedi all'estero	0.585	0.296	0.215	1.978	0.05	0.849	1.178		

Per interpretare i risultati della regressione lineare multipla è importante comprendere il significato dei principali parametri forniti dall'analisi. I coefficienti standardizzati, o Beta, indicano l'intensità e la direzione dell'effetto di ciascun predittore sulla variabile dipendente: un valore positivo suggerisce che, all'aumentare del fattore considerato, cresce anche il livello di adozione complessivo delle tecnologie Industria 4.0, mentre un valore negativo indicherebbe un effetto inverso. Il test t associato a ciascun coefficiente serve a verificare se l'effetto osservato è sufficientemente consistente da poter essere considerato reale, e non frutto del caso. La colonna della significatività (p-value) conferma questa evidenza statistica: quando il valore p è inferiore a 0.05, si può affermare con sicurezza che il predittore ha un effetto significativo sul risultato osservato.

Un'ulteriore verifica fondamentale riguarda la multicollinearità tra i predittori, valutata attraverso il VIF (Variance Inflation Factor). Questo indicatore permette di capire se due o più fattori sono troppo correlati tra loro, il che potrebbe distorcere la stima dei coefficienti e compromettere l'affidabilità del modello. Valori di VIF bassi indicano che ogni fattore contribuisce in maniera indipendente alla spiegazione della variabile dipendente, garantendo che i risultati ottenuti siano interpretabili e robusti.

In sintesi, combinando le informazioni fornite da Beta, t, p-value e VIF, è possibile comprendere non solo quali pacchetti tecnologici influenzano maggiormente l'adozione di Industria 4.0, ma anche quanto ciascun effetto sia affidabile e indipendente dagli altri predittori, permettendo di trarre conclusioni solide sulle dinamiche di implementazione delle tecnologie nelle imprese.

Analizzando anche per gli altri fattori soggetti dello studio, per “Automazione” si è estratta un'analisi con un $R^2 = 0.619$, un Adjusted $R^2 = 0.407$ ed una Significatività = 0.023, divenendo la variabile dipendente che spiega maggiormente la varianza del campione tra i fattori estratti dalla factor analysis. Analogamente a prima, ecco di seguito l'export:

Tabella 11. Risultato analisi di regressione lineare multipla per la variabile dipendente estratta dalla factor analysis “Automazione”, SPSS Statistics

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
Dimensione d'impresa	0.637	0.192	0.600	3.317	0.004	0.647	1.547
Sostituire prodotti/servizi giunti alla fine del loro ciclo di vita	0.231	0.116	0.348	1.989	0.05	0.694	1.440
Diminuire i costi di prodotto/servizio riducendo i costi e tempi di produzione	0.440	0.204	0.651	2.161	0.044	0.234	4.282
finanziamenti in contributi pubblici a fondo perduto	-0.298	0.128	-0.413	-2.331	0.032	0.674	1.485

Invece la regressione effettuata per il fattore variabile dipendente “*Virtualizzazione*” legato alle tecnologie di Manufacturing additivo, simulazione e design avanzati di processi e realtà aumenta o virtuale, ha restituito un’analisi con un $R^2 = 0.142$, un Adjusted $R^2 = 0.102$ ed una Significatività $\sigma = 0.001$. Così come per le altre variabili dipendenti, l’export estratto dal software IBM SPSS mostra:

Tabella 12. Risultato analisi di regressione lineare multipla per la variabile dipendente estratta dalla factor analysis “Virtualizzazione”, SPSS Statistics

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
Dimensione d’impresa	-0.125	0.072	-0.131	-1.744	0.05	0.893	1.120
Autofinanziamento di impresa (risorse proprie della società)	0.146	0.052	0.211	2.809	0.006	0.890	1.123
Mancanza di risorse finanziarie	0.084	0.047	0.141	1.807	0.05	0.823	1.216
Difficoltà a trovare e trattenere in azienda personale altamente qualificato	0.099	0.053	0.140	1.862	0.05	0.894	1.119

Questa analisi ha permesso di comprendere non solo quali pacchetti tecnologici abbiano un impatto maggiore sull’adozione complessiva, ma anche come essi interagiscono all’interno di un modello integrato. L’approccio adottato garantisce una lettura chiara e interpretabile delle dinamiche di implementazione di Industria 4.0, offrendo indicazioni concrete su quali aree tecnologiche le imprese dovrebbero prioritariamente sviluppare per massimizzare l’efficacia delle proprie strategie digitali e innovative.

L'ultima analisi di regressione interessante che è stata effettuata è quella che ha considerato come variabile dipendente la media percentuale delle spese annue in tecnologie digitali, in cui è stato assegnato dal candidato un valore medio per ogni range di valori percentuali, in modo da dare il corretto peso ad ogni risposta ricevuta al questionario:

- nessuna spesa → valore 0;
- Tra lo 0% e l'1% del fatturato → valore 0.5;
- Tra l'1% e il 2% del fatturato → valore 1.5;
- Tra il 2% ed il 5% del fatturato → valore 3.5;
- Tra il 5% ed il 10% fatturato → valore 7.5;
- Oltre il 10% del fatturato → valore 14.

Utilizzando invece tutte le altre variabili indipendenti, si è arrivati ad un'analisi con un $R^2 = 0.649$, un Adjusted $R^2 = 0.422$ ed una Significatività $\sigma = 0.001$. Di seguito lo spaccato dell'analisi esportata:

Tabella 13. Risultato analisi di regressione lineare multipla per la variabile dipendente "Media percentuale delle spese in tecnologie digitali", SPSS Statistics

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
Sviluppare nuovi prodotti/servizi per entrare in nuovi segmenti di mercato	0.417	0.136	0.430	3.074	0.004	0.842	1.187
Migliorare la flessibilità nei processi produttivi e la capacità di risposta alle variazioni di domanda	0.273	0.133	0.298	2.047	0.048	0.781	1.281

3.3 Risultati ottenuti

L'analisi dei dati raccolti evidenzia come la *gestione dei dati* rappresenti un fattore strategico cruciale, strettamente connesso alle *caratteristiche finanziarie*, strutturali e operative delle imprese, e conferma quanto già sostenuto dalla letteratura sull'Industria 4.0 e sulle pratiche data-driven nelle PMI (Brynjolfsson & McElheran, 2016; Davenport & Harris, 2007). In particolare, le imprese che si affidano maggiormente all'autofinanziamento mostrano un orientamento più marcato verso la raccolta, integrazione e analisi dei dati. La minore dipendenza da fondi pubblici o incentivi esterni spinge infatti le aziende a ottimizzare le risorse interne e a sviluppare capacità analitiche avanzate, utilizzando i dati come leva per supportare decisioni strategiche e operative. Questo comportamento conferma i risultati di studi recenti che sottolineano come l'autofinanziamento favorisca un approccio più indipendente e guidato dalla gestione dei dati, in cui la capacità di analizzare informazioni quantitative e qualitative diventa un fattore differenziante per minimizzare i rischi, migliorare l'efficienza e sostenere l'innovazione.

Un secondo elemento significativo riguarda la *presenza internazionale*. Le imprese con sedi all'estero evidenziano una maggiore attenzione alla gestione dei dati, coerente con quanto riportato in letteratura circa le sfide di coordinamento e governance nei contesti internazionali (Porter & Heppelmann, 2014). Operare in mercati diversi richiede un elevato livello di analisi e integrazione dei dati per gestire normative differenti, catene del valore complesse e dinamiche competitive variabili. In queste condizioni, la gestione dei dati diventa essenziale per monitorare le performance, prevedere trend, ottimizzare processi e implementare tecnologie avanzate come Intelligenza Artificiale (AI) e Internet of Things (IoT). Questo evidenzia come le capacità di data management siano sempre più percepite come un asset strategico per le imprese internazionalizzate, in grado di sostenere decisioni rapide e informate e di favorire l'innovazione tecnologica lungo l'intera catena del valore.

Un aspetto interessante emerso dall'analisi è la relazione inversa tra la *concentrazione dei principali clienti* e l'attenzione alla gestione dei dati. Le imprese il cui fatturato è concentrato sui primi tre clienti principali mostrano un orientamento più debole verso la raccolta e l'analisi dei dati. Ciò può essere spiegato dal fatto che in questi contesti i processi sono già consolidati, i rischi operativi percepiti sono ridotti e le risorse sono principalmente dedicate alla soddisfazione dei clienti chiave, piuttosto che allo sviluppo di sistemi avanzati di gestione dati. La letteratura, di fatti, conferma come talvolta le imprese fortemente dipendenti da pochi clienti possano adottare strategie più conservative in termini di innovazione e digitalizzazione (OECD, 2019).

Infine, le imprese che perseguono *strategie di ampliamento o di ottimizzazione dell'offerta in segmenti già serviti* mostrano una maggiore attenzione alla gestione dei dati. In questi casi, le informazioni raccolte su clienti e mercati esistenti vengono utilizzate per ottimizzare prodotti e servizi, sostenere strategie di cross-selling e up-selling e favorire innovazioni incrementali. La gestione dei dati, in questo contesto, diventa uno strumento per supportare decisioni strategiche, migliorare l'efficienza operativa e ridurre l'incertezza nelle scelte di sviluppo dell'offerta.

I risultati confermano dunque che *la gestione dei dati* non è un'attività isolata, ma un driver strategico integrato nelle decisioni aziendali del territorio analizzato, influenzato dalle caratteristiche strutturali, finanziarie e operative delle imprese nella provincia di Torino. Essa risulta più sviluppata nelle aziende autofinanziate, internazionalizzate o orientate all'espansione dei prodotti, mentre può essere meno centrale nelle imprese concentrate su pochi clienti principali. Tali evidenze supportano la visione di una digitalizzazione strategica, in cui la gestione dei dati e l'adozione di tecnologie Industria 4.0 sono leve fondamentali per sostenere l'innovazione, l'efficienza operativa e la competitività, confermando la necessità di un approccio integrato che combini capacità tecnologiche, processi organizzativi e strategie di mercato.

Per quanto riguarda l'analisi sulla variabile dipendente legata alle tecnologie sull'*automazione*, questa rappresenta una leva strategica fondamentale, il cui grado di adozione è strettamente influenzato dalle caratteristiche strutturali, operative e finanziarie delle imprese. In particolare, le *aziende di dimensioni maggiori* presenti nel campione tendono a concentrarsi maggiormente su questo fattore, riflettendo il fatto che imprese con un numero elevato di dipendenti e processi complessi necessitano di strumenti capaci di gestire volumi più alti, migliorare l'efficienza operativa e ridurre l'errore umano. In queste realtà, l'automazione non è solo un mezzo per razionalizzare le operazioni quotidiane, ma diventa un elemento centrale per garantire scalabilità e coerenza dei processi produttivi, allineandosi alle best practice della manifattura avanzata e alle esigenze di competitività internazionale.

Un altro aspetto rilevante riguarda *l'obiettivo strategico di sostituzione di prodotti e servizi al termine del loro ciclo di vita*. Le imprese che perseguono questo obiettivo mostrano una maggiore propensione all'automazione, poiché questa consente di ridurre tempi e costi di produzione e di accelerare l'implementazione di nuove soluzioni sul mercato. In questo contesto, l'automazione diventa non solo uno strumento di efficienza, ma anche un catalizzatore di innovazione e reattività, permettendo alle aziende di adeguarsi rapidamente alle esigenze del mercato e di gestire efficacemente l'evoluzione dei prodotti lungo tutto il ciclo di vita.

In modo coerente all'obiettivo precedentemente esposto, le aziende che mirano a *ridurre i costi di prodotto* attraverso l'ottimizzazione dei tempi e delle risorse pongono una notevole enfasi,

ovviamente significativamente statistica a loro volta sull'automazione. L'impiego di sistemi come MES, magazzini automatici e robotica collaborativa-avanzata consente un controllo più preciso dei processi e una gestione efficiente dei flussi produttivi. Questo suggerisce che l'automazione è percepita dalle imprese come una leva diretta per ottenere vantaggi competitivi tangibili, traducibili in riduzione dei costi, maggiore produttività e miglioramento della qualità dei prodotti e dei servizi.

Tuttavia, emerge un comportamento opposto e apparentemente atipico nelle imprese che utilizzano **contributi pubblici a fondo perduto**. In questi casi, la concentrazione sull'automazione risulta inferiore: l'accesso a fondi pubblici sembra indirizzare gli investimenti verso aree percepite come meno rischiose o più facilmente sostenibili, come la formazione, la consulenza o strumenti digitali a basso impatto economico. Le tecnologie di automazione avanzata spesso risultano complesse e ad alto investimento, e di conseguenza possono essere percepite come più rischiose o difficilmente finanziabili tramite incentivi esterni, e pertanto l'autofinanziamento diventa un fattore determinante per adottarle. Questo fenomeno evidenzia come la disponibilità di risorse interne e soprattutto la libertà decisionale siano cruciali per sviluppare strategie di automazione avanzata, mentre l'uso di fondi pubblici può indirizzare l'innovazione verso soluzioni più conservative o incrementalmente sicure.

Per queste variabili, i risultati confermano che l'automazione è strettamente correlata alle dimensioni aziendali, agli obiettivi strategici e alla disponibilità di risorse interne. Essa si configura come un driver centrale per migliorare l'efficienza operativa, supportare l'innovazione e garantire vantaggi competitivi sostenibili, mentre la presenza di incentivi esterni può influenzare le scelte tecnologiche, orientandole verso investimenti meno complessi e più immediatamente gestibili. Queste evidenze suggeriscono che le strategie di automazione devono essere valutate in funzione del contesto aziendale, dei vincoli finanziari e degli obiettivi di sviluppo, integrando strumenti avanzati con un approccio organizzativo e strategico coerente.

Le tecnologie di **virtualizzazione**, quali realtà virtuale (VR), realtà aumentata (AR), simulazione avanzata e manifattura additiva, risultano significativamente influenzate da caratteristiche strutturali, finanziarie e organizzative delle imprese. In primis, emerge un effetto inverso legato **alla dimensione aziendale**: le imprese più grandi tendono a concentrarsi meno sulla virtualizzazione rispetto alle PMI. Questo fenomeno fa riflettere in quanto inizialmente può apparire controintuitivo, ma può essere spiegato con la maggiore rigidità dei processi e delle strutture organizzative tipiche delle grandi aziende, che rendono più complessa l'implementazione di soluzioni innovative e flessibili. Al contrario, le aziende di dimensioni più contenute mostrano maggiore agilità, riuscendo a integrare più rapidamente strumenti di simulazione e realtà aumentata nei propri processi, sia per ottimizzare la produzione sia per supportare la progettazione e il design dei prodotti. In aggiunta, è da considerare

anche che imprese più grandi possono istituire un tipo di business legato maggiormente al “make to stock”, e quindi di produrre con una certa serialità i prodotti che vende ai clienti di massa, perdendo quella che è l’ottica “engineering to order” tipica di imprese che lavorano su commessa e dove il grado di personalizzazione con il cliente è elevatissimo.

Un ulteriore fattore determinante è rappresentato al modo in cui le imprese del territorio analizzato si finanziano. Tali imprese che *investono risorse proprie* sembrano più propense a sperimentare tecnologie di virtualizzazione, in quanto possono allocare budget in modo autonomo senza gli ormai noti vincoli stringenti legati ai contributi pubblici o agli obblighi specifici che ne conseguono. D’altro canto, però, più le imprese del campione hanno riscontrato delle difficoltà nel reperire risorse finanziarie e più la relazione con la variabile dipendente sulla virtualizzazione è positiva, manifesto inequivocabile di tutte quelle imprese che decidono di investire nelle suddette tecnologie con notevoli sforzi economici.

A completamento del quadro su questo fattore, per la virtualizzazione assume un ruolo curioso anche la relazione con la *gestione del capitale umano e delle competenze*. Le aziende che tendono a concentrarsi su strumenti di simulazione, VR e AR faticano significativamente a trattenere personale altamente qualificato. Questa dinamica può facilitare attività di formazione, onboarding e trasferimento di conoscenze abbassando la dipendenza dalle capacità individuali di pochi specialisti, riducendo il rischio associato al turnover di competenze critiche. È interessante notare che la maggiore attenzione alla virtualizzazione non è solo legata alla necessità di sopperire alla carenza di personale qualificato, ma anche alla forte mobilità di questi ultimi, che spesso cercano contesti professionali più gratificanti o con maggiore valore aggiunto percepito.

Tirando una linea di somma, tutti i risultati indicano che la virtualizzazione nelle imprese non è semplicemente una scelta tecnologica più o meno dipendente dallo spazio di lavoro in cui l’impresa può godere, ma un punto strategico multidimensionale strettamente legato alla dimensione aziendale, alla disponibilità di risorse interne, alla gestione del rischio finanziario e alla continuità delle competenze. Le PMI e le aziende autofinanziate appaiono più propense a investire in tecnologie virtuali, beneficiando di maggiore flessibilità e capacità di sperimentazione, mentre le grandi imprese tendono a privilegiare sistemi consolidati e automazione tradizionale.

L’ultima regressione lineare multipla ha restituito al candidato dei dati che mettono in luce come gli obiettivi strategici delle imprese influenzino direttamente l’*entità degli investimenti in tecnologie digitali*, utilizzata come variabile dipendente. In particolare, le aziende che perseguono *strategie di sviluppo di nuovi prodotti o servizi destinati a nuovi mercati*, così come quelle che mirano a *migliorare la flessibilità dei processi per adattarsi a variazioni della domanda*, tendono a destinare risorse maggiori all’adozione di strumenti digitali avanzati. Il p-value (minore della soglia limite pari

a 0.05) che mostra la significatività del dato, e quindi che questa correlazione non è dovuta alla casualità. Pertanto, si può affermare che circa 500 imprese torinesi migliorano i processi e ampliano il portfolio di prodotti tramite la digitalizzazione e le spese ad essa annesse.

Le spese in tecnologie digitali, in questo contesto, vengono allocate non solo per migliorare l'efficienza operativa, ma soprattutto per garantire maggiore flessibilità e reattività dei processi produttivi, riducendo i tempi di risposta e aumentando la capacità di personalizzare prodotti e servizi in base alle esigenze emergenti dei mercati. L'adozione di strumenti come sistemi ERP avanzati, MES, soluzioni per la gestione dei dati e tecnologie di simulazione permette alle imprese di monitorare in tempo reale i flussi produttivi, ottimizzare le risorse e prendere decisioni rapide basate su dati concreti, riducendo il rischio di "saltare nel vuoto" in nuovi segmenti di mercato. In questo senso, le *scelte di investimento in tecnologie digitali* non sono guidate esclusivamente dalla disponibilità finanziaria, ma anche da una *chiara consapevolezza del ruolo della tecnologia come supporto per la crescita, l'adattamento al contesto competitivo e l'innovazione continua*.

In questo evidente spaccato sull'industria piemontese analizzata va fatta una doverosa osservazione su di un elemento interessante emerso: in opposizione al pensiero comune, la variabile *dimensione aziendale*, che suddivide il campione in 201 micro (<10 addetti), 128 piccole (10-49 addetti), 67 medie (50-249 addetti) e 33 grandi (>250 addetti) imprese, nel modello di regressione *non risulta significativa nel predire la spesa media in tecnologie digitali*. Questo risultato suggerisce che, a differenza di quanto ci si potrebbe aspettare, il numero di dipendenti o la dimensione complessiva dell'impresa non determina direttamente l'entità degli investimenti in digitalizzazione per questo gruppo di 429 imprese. Una possibile spiegazione risiede nel fatto che l'adozione di tecnologie digitali non dipende esclusivamente dalla capacità finanziaria o dalla scala produttiva dell'impresa, ma è fortemente influenzata dalla strategia aziendale, dagli obiettivi di sviluppo e dalla propensione all'innovazione, così come snocciolato in parte precedentemente. Anche le PMI più piccole o le microimprese possono investire in soluzioni digitali avanzate se perseguono obiettivi chiari di innovazione, espansione su nuovi mercati o miglioramento della flessibilità operativa. Allo stesso modo, le grandi imprese, pur avendo maggiori risorse, potrebbero destinare i loro investimenti a tecnologie consolidate o a progetti di automazione tradizionale, senza aumentare proporzionalmente la spesa in nuove tecnologie digitali. Questo fenomeno evidenzia come l'orientamento strategico e le priorità aziendali siano più determinanti della dimensione fisica dell'impresa nella decisione di investire in digitalizzazione.

Il risultato è coerente con studi recenti sul tema, secondo i quali la spesa in tecnologie digitali nelle PMI non segue semplicemente la logica della scala, ma è guidata da fattori come autonomia finanziaria, propensione all'innovazione, necessità di adattamento ai mercati e gestione del rischio

(Brynjolfsson & McElheran, 2016; European Commission, 2021). Ciò significa che, anche in contesti caratterizzati da risorse limitate, le imprese più innovative e orientate agli obiettivi strategici possono adottare tecnologie digitali in misura significativa, mentre le imprese più grandi potrebbero non destinare automaticamente maggiori risorse alla digitalizzazione se le loro strategie privilegiano altri tipi di investimento o, quanto meno, destinarne una percentuale minore del proprio fatturato.

4 Conclusioni e limiti

L'analisi svolta fornisce evidenze chiare sul ruolo strategico delle tecnologie Industria 4.0 nelle imprese della provincia di Torino, evidenziando come l'adozione di strumenti di gestione dei dati, automazione, virtualizzazione e altre tecnologie digitali sia strettamente legata a fattori organizzativi, finanziari e strategici. In particolare, emerge che:

- ✚ La **gestione dei dati** costituisce un driver fondamentale per la competitività e l'innovazione delle imprese, ed è maggiormente sviluppata in aziende autofinanziate, internazionalizzate o orientate all'espansione dei prodotti. Le PMI mostrano grande agilità nello sfruttare i dati per decisioni strategiche e operative, mentre le imprese concentrate su pochi clienti principali tendono a investire meno in sistemi di analisi avanzata.
- ✚ L'**automazione** rappresenta una leva strategica centrale, soprattutto per le imprese di dimensioni maggiori, che necessitano di strumenti per gestire processi complessi, volumi elevati e garantire la scalabilità produttiva. L'adozione di sistemi MES, magazzini automatici e robotica avanzata supporta la riduzione dei costi, l'aumento della produttività e l'innovazione nel ciclo di vita dei prodotti. L'autofinanziamento si conferma determinante per implementare soluzioni di automazione avanzata, mentre i fondi pubblici possono indirizzare le scelte verso investimenti più sicuri e meno complessi.
- ✚ La **virtualizzazione** emerge come strumento chiave per le imprese di piccole e medie dimensioni, che possono sperimentare soluzioni innovative con maggiore agilità. Essa consente non solo di ottimizzare processi e prodotti, ma anche di gestire il capitale umano,

facilitando formazione, onboarding e trasferimento di competenze in contesti con personale altamente qualificato e soggetto a elevata mobilità.

✚ Infine, le *spese in tecnologie digitali* sono influenzate più dagli obiettivi strategici delle imprese che dalla loro dimensione. Aziende orientate allo sviluppo di nuovi prodotti, all'espansione verso nuovi mercati e al miglioramento della flessibilità dei processi tendono a investire maggiormente in digitalizzazione, confermando che la strategia aziendale e la propensione all'innovazione determinano più della semplice disponibilità di risorse fisiche o della scala operativa.

Queste evidenze supportano la visione di una digitalizzazione strategica, in cui tecnologia, processi e obiettivi aziendali sono strettamente integrati. L'adozione di Industria 4.0 nelle imprese piemontesi analizzate appare quindi come un processo multidimensionale, in cui capacità tecnologiche, flessibilità organizzativa e orientamento strategico si combinano per sostenere l'efficienza operativa, l'innovazione e la competitività.

La *tabella 14* riassuntiva di seguito mostra immediatamente il segno degli effetti che le variabili indipendenti, poste sulle righe, hanno verso le variabili dipendenti oggetto dell'analisi di regressione, poste sulle colonne. Laddove non vi sia alcun valore nelle celle, allora quella data variabile indipendente non è risultata significativamente statistica per quella dipendente in corrispondenza, in quanto presenta un valore di significatività $\sigma > 0.05$, quindi racconterebbero di una relazione legata alla casualità e non dettate dalle caratteristiche in esame. Il tutto agevola la visione e il resoconto di tutti i test effettuati sul software statistico SPSS di IBM:

Tabella 14. Matrice di resoconto complessivo sulle relazioni tra le variabili indipendenti statisticamente significative e quelle dipendenti, SPSS Statistics

	GESTIONE DATI	AUTOMAZIONE	VIRTUALIZZ	MEDIA PERCENTUALE SPESA IN TECNOLOGIE DIGITALI
Dimensioni d'impresa		+	-	
Media percentuale del fatturato dovuto ai primi 3 clienti dell'impresa	-			
Aumentare l'offerta di prodotti/servizi nei segmenti di mercato già coperti dalla società	+			
Autofinanziamento di impresa (risorse proprie della società)	+		+	
Sedi estero	+			
Sostituire prodotti/servizi giunti alla fine del loro ciclo di vita		+		
Diminuire i costi di prodotto/servizio riducendo i costi e tempi di produzione		+		
Contributi pubblici a fondo perduto		-		
Mancanza di risorse finanziarie			+	
Difficoltà a trovare e trattenere in azienda personale altamente qualificato			+	
Sviluppare nuovi prodotti/servizi per entrare in nuovi segmenti di mercato				+
Migliorare la flessibilità nei processi produttivi e la capacità di risposta alle variazioni di domanda				+

Nonostante i risultati offrano spunti interessanti, lo studio presenta alcuni **limiti** metodologici e di contesto che devono essere considerati:

- **Dimensione e rappresentatività del campione:** l'analisi si basa su 429 imprese torinesi; sebbene il campione sia significativo, esso potrebbe non rappresentare pienamente tutte le realtà industriali piemontesi, e di conseguenza nemmeno per le italiane o tantomeno per le internazionali poiché circoscritto alla “sola” area provinciale, limitando la generalizzabilità dei risultati.
- **Autovalutazione e questionario:** molte informazioni sono state raccolte tramite il questionario autocompilato “Indagine sulle Imprese Innovative della città metropolitana di Torino”, esponendo i dati a possibili bias di autoconsapevolezza o di desiderabilità sociale, che potrebbero influenzare le risposte su investimenti e adozione tecnologica viziandone i risultati.
- **Variabili proxy:** alcune variabili utilizzate, come la spesa digitale media o l'indice di adozione, rappresentano stime sintetiche e non misurazioni dirette di performance tecnologica. Legato quindi al limite precedente dell'imprecisione di alcuni dati, ciò può introdurre una limitazione nella precisione delle correlazioni e dei modelli di regressione.
- **Orizzonte temporale:** l'analisi si concentra su uno specifico periodo e non cattura pienamente dinamiche di evoluzione tecnologica o cambiamenti nei comportamenti di investimento delle imprese nel lungo termine. La survey scatta quindi una fotografia della situazione che guarda al biennio precedente alla raccolta dati (2023-2025).
- **Assunzioni dei modelli statistici:** sebbene siano stati utilizzati test standard (regressione lineare multipla, ANOVA, analisi fattoriale), restano possibili effetti non lineari o interazioni tra fattori che non sono stati modellati, limitando la capacità di rilevare tutte le relazioni causali.

Per concludere, lo studio fornisce una fotografia dettagliata delle leve tecnologiche e strategiche che guidano l'adozione di Industria 4.0 nelle imprese piemontesi, evidenziando il ruolo centrale di

gestione dei dati, automazione e virtualizzazione, nonché l'influenza delle scelte strategiche sulle spese digitali. Tuttavia, i risultati vanno interpretati alla luce dei limiti sopra evidenziati, suggerendo ulteriori approfondimenti con campioni più ampi, dati longitudinali e misurazioni più dirette degli investimenti tecnologici.

Bibliografia

◆ Industria 4.0 e digitalizzazione

- Frank, Alejandro Germán, Luís Silveira Dalenogare, and Néstor Fabián Ayala. 2019. “Industry 4.0 Technologies: Implementation Patterns in Manufacturing Companies.” *International Journal of Production Economics* 210: 15–26.
- Brynjolfsson & McElheran, 2016; Davenport & Harris, 2007
- Hermann, Mario, Tobias Pentek, and Boris Otto. 2016. “Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios.” In 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), 3928–37. IEEE.
- Kagermann, Henning, Wolfgang Wahlster, and Johannes Helbig. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0. Final Report of the Industrie 4.0 Working Group.
- Moeuf, Alexandre, Richard Pellerin, Samir Lamouri, Simon Tamayo-Giraldo, and Romain Barbaray. 2018. “The Industrial Management of SMEs in the Era of Industry 4.0.” *International Journal of Production Research* 56(3): 1118–36.

◆ PMI, innovazione e digital transformation

- Bharadwaj, Anandhi, Omar A. El Sawy, Paul A. Pavlou, and N. Venkatraman. 2013. “Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights.” *MIS Quarterly* 37(2): 471–82.
- Li Lixing. 2018. “China’s Manufacturing Locus in 2025: With a Comparison of ‘Made-in-China 2025’ and ‘Industry 4.0.’” *Technological Forecasting and Social Change* 135: 66–74.

- Matt, Christian, Thomas Hess, and Alexander Benlian. 2015. “Digital Transformation Strategies.” *Business & Information Systems Engineering* 57(5): 339–43.
- Müller, Julian Marius, Oana Buliga, and Kai-Ingo Voigt. 2018. “Fortune Favors the Prepared: How SMEs Approach Business Model Innovations in Industry 4.0.” *Technological Forecasting and Social Change* 132: 2–17.

◆ Open Innovation e ricerca di conoscenza esterna

- Chesbrough, Henry W. 2003. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business School Press.
- Laursen, Keld, and Ammon Salter. 2006. “Open for Innovation: The Role of Openness in Explaining Innovation Performance among UK Manufacturing Firms.” *Strategic Management Journal* 27(2): 131–50.
- West, Joel, and Marcel Bogers. 2014. “Leveraging External Sources of Innovation: A Review of Research on Open Innovation.” *Journal of Product Innovation Management* 31(4): 814–31.

▪ ◆ Opportunity recognition e imprenditorialità

- Alvarez, Sharon A., and Jay B. Barney. 2007. “Discovery and Creation: Alternative Theories of Entrepreneurial Action.” *Strategic Entrepreneurship Journal* 1(1–2): 11–26.
- Ardichvili, Alexander, Richard Cardozo, and Sourav Ray. 2003. “A Theory of Entrepreneurial Opportunity Identification and Development.” *Journal of Business Venturing* 18(1): 105–23.

- Eckhardt, Jonathan T., and Scott A. Shane. 2003. “Opportunities and Entrepreneurship.” *Journal of Management* 29(3): 333–49.
- Shane, Scott, and Sankaran Venkataraman. 2000. “The Promise of Entrepreneurship as a Field of Research.” *Academy of Management Review* 25(1): 217–26.

◆ Adozione tecnologica nelle imprese

- Rogers, Everett M. 2003. *Diffusion of Innovations*. 5th ed. New York: Free Press.
- Tornatzky, Louis G., and Mitchell Fleischer. 1990. *The Processes of Technological Innovation*. Lexington, MA: Lexington Books.
- Venkatesh, Viswanath, Michael G. Morris, Gordon B. Davis, and Fred D. Davis. 2003. “User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View.” *MIS Quarterly* 27(3): 425–78.