



**CENTRO  
ECONOMIA  
DIGITALE**

# IL RUOLO DELL'INNOVAZIONE E DELL'ALTA TECNOLOGIA IN ITALIA NEL CONFRONTO CON IL CONTESTO INTERNAZIONALE

  
COMITATO LEONARDO  
ITALIAN QUALITY COMMITTEE

**LEO  
NAR  
DO**

  
CONFINDUSTRIA

**ITA**   
ITALIAN TRADE AGENCY  
ICE - Agenzia per la promozione all'estero e  
l'internazionalizzazione delle imprese italiane

 **LEONARDO**

## **Report**

Ottobre 2019

## Executive summary

Questo Rapporto propone un'analisi del ruolo dei settori ad alta tecnologia nello sviluppo di attività di ricerca e innovazione e, più in generale, nel promuovere la crescita dell'economia italiana. Se infatti da un lato la generazione e la diffusione di nuove tecnologie rappresentano i driver principali dei processi di crescita delle economie avanzate, è importante riconoscere che una parte rilevante degli investimenti in ricerca e innovazione si concentra nei settori ad alta tecnologia e che questi sono in grado di attivare, attraverso le interazioni produttive con gli altri comparti del sistema produttivo, ingenti effetti di *spillover* di conoscenza nell'economia nel suo complesso. Principalmente per questi motivi, i settori ad alta tecnologia svolgono un ruolo cruciale di motore della competitività e della crescita economica.

I dati analizzati all'interno del Rapporto mostrano come i settori high-tech si configurino come 'vettori dell'innovazione', ovvero segmenti dell'economia in grado di generare sia output (nuovi prodotti, nuovi processi, nuove forme organizzative) sia input innovativi (sotto forma di beni intermedi e/o finali, brevetti e licenze, servizi di supporto alla trasformazione dei processi e dei prodotti delle altre imprese, etc.) al resto del sistema economico. Nello specifico, i settori relativi alla manifattura ad alta e medio-alta tecnologia, pur avendo un peso limitato nell'economia in termini di valore aggiunto e occupazione, contribuiscono, rispettivamente, per una quota che si attesta attorno al 17% e al 40% della spesa complessiva in R&S relativa al totale dei settori produttivi italiani. Inoltre, l'analisi della dinamica degli addetti alla R&S nei settori ad alta tecnologia mostra come, nel periodo successivo alla crisi economica, sia confermata la capacità di resilienza di questo comparto. Una resilienza che si è trasformata nella capacità di alcune tra le imprese maggiormente innovative di sfruttare la crisi stessa al fine di innescare processi di ristrutturazione virtuosi forieri di crescita e acquisizione di nuove quote di mercato.

L'attuale fase di trasformazione tecnologica vede nella digitalizzazione (dei processi, dei prodotti, delle prassi organizzative e delle modalità di comunicazione) il motore fondamentale per consolidare posizioni economiche e acquisirne di nuove. Le evidenze presentate nel rapporto mostrano una debolezza in questo ambito del sistema produttivo italiano, suggerendo come l'ampliamento del peso dei settori ad alta tecnologia e, più in generale, la maggiore diffusione di pratiche innovative all'interno delle imprese possano svolgere un ruolo chiave affinché la trasformazione digitale in corso costituisca una reale opportunità di crescita e non un elemento di rischio.

L'impatto delle attività economiche realizzate nell'ambito delle industrie ad alta tecnologia si conferma essere particolarmente rilevante. Le stime prodotte nell'ambito del Rapporto mostrano come al crescere della quota di valore aggiunto attribuibile ai settori ad alta tecnologia crescano sia il livello del prodotto, sia il livello della produttività per ora lavorata. Nello specifico, una unità in più di valore aggiunto realizzato nei settori ad alta tecnologia genera un effetto pari a 2,4 unità di valore aggiunto nell'economia complessiva. Questa stima risulta essere in linea con quelle ottenute in precedenza attraverso metodologie alternative ed offre, inoltre, indicazioni ulteriori riguardo due aspetti rilevanti: l'effetto stimato associato ad uno *shock* in grado di aumentare la quota di valore aggiunto nei settori ad alta tecnologia è persistente nel tempo e quindi non si esaurisce nel breve periodo; il livello dei moltiplicatori nei settori *high-tech* è sostanzialmente maggiore di quello relativo ai settori più tradizionali.

Le evidenze presentate nel Rapporto, che includono l'analisi di alcuni casi relativi all'evoluzione di specifiche tecnologie, suggeriscono come l'adozione di politiche pubbliche mirate a favorire lo sviluppo dei settori ad alta tecnologia e ad aumentarne il peso all'interno del sistema produttivo italiano, possano avere un ritorno elevato in termini di crescita e sviluppo dell'economia nel suo complesso. Nello specifico, vengono delineate cinque direttrici di *policy* che se intraprese si ritiene possano accrescere non solo il peso dei settori

ad alta tecnologia nell'economia italiana ma, soprattutto, aumentarne il ruolo propulsivo in termini di crescita e sviluppo del Paese.

In primo luogo, la crescente complessità e trasversalità delle tecnologie, anche associata alla trasformazione digitale in atto, suggerisce di adottare un approccio sistemico alle politiche per la ricerca e l'innovazione. Questo attribuisce un ruolo fondamentale al settore pubblico nel migliorare la qualità sia degli elementi che costituiscono l'eco-sistema dell'innovazione sia delle interazioni e degli scambi di conoscenza tra gli stessi. In secondo luogo, il Rapporto evidenzia la necessità che al sistema innovativo, specie nei settori più avanzati caratterizzati da maggiore complessità tecnologica, siano garantiti flussi di investimenti "pazienti" ovvero orientati al raggiungimento di obiettivi di medio-lungo periodo, in grado tuttavia di generare quelle innovazioni radicali che consentono di migliorare la competitività tecnologica e le *performance* economiche del Paese. Una considerazione ulteriore riguarda le grandi potenzialità del comparto *high-tech* nell'affrontare le nuove sfide della società. In questo campo si suggerisce di adottare politiche di tipo *mission oriented* che, in particolare, consentirebbero di affrontare le sfide e raccogliere le opportunità relative alla trasformazione verde delle economie. Lo studio suggerisce inoltre di attuare strategie per massimizzare il ritorno dei programmi pubblici per la ricerca e l'innovazione. Questo da un lato evitando una eccessiva frammentazione delle risorse, focalizzando quindi i finanziamenti attorno a progetti di grandi dimensioni capaci di generare elevati effetti di *spillover* su tutta la filiera produttiva, dall'altro aumentando il ritorno derivante dalla partecipazione italiana ai programmi europei destinati al finanziamento della ricerca e dell'innovazione. Infine viene posto l'accento sul ruolo che l'Italia può avere nello sviluppo di un processo di convergenza che conduca alla creazione di una piattaforma industriale europea, in grado di rafforzare la competitività della componente ad alta tecnologia delle economie europee con effetti di *upgrade* tecnologico e di crescita che si diffonderebbero in tutta l'economia.

## Centro Economia Digitale

Il Centro Economia Digitale (CED), autore del presente Rapporto, è nato a inizio 2017 da un'idea del suo Presidente Rosario Cerra e dall'impegno diretto del Preside della Facoltà di Economia della Sapienza Università di Roma prof. Giuseppe Ciccarone, del Preside della Facoltà di Economia dell'Università di Roma Tor Vergata prof. Giovanni Tria e del Direttore della Facoltà di Economia dell'Università Roma Tre prof.ssa Silvia Terzi. Fanno parte del suo Board alcuni dei più importanti leader di pensiero e la sua mission è promuovere un'economia digitale che abbia come fine l'uomo e il suo habitat.

Il perimetro di azione del Centro è il confronto internazionale, attraverso un'impostazione di assoluto realismo rispetto alle dinamiche dell'innovazione, valutandone con imparzialità le opportunità, per coglierle, e le criticità, per porvi rimedio. Il futuro accelera e la tecnologia avanza rapidamente, ma le organizzazioni e le competenze umane tendono a muoversi a un ritmo più lento. Una delle nostre finalità principali è aumentare la consapevolezza della portata e della velocità della rivoluzione tecnologica, nonché dell'eterogeneità dei suoi effetti nell'ambito sociale, economico e istituzionale. Concepire organizzazioni efficaci e istituzioni adatte all'economia digitale è la grande sfida del nostro tempo.

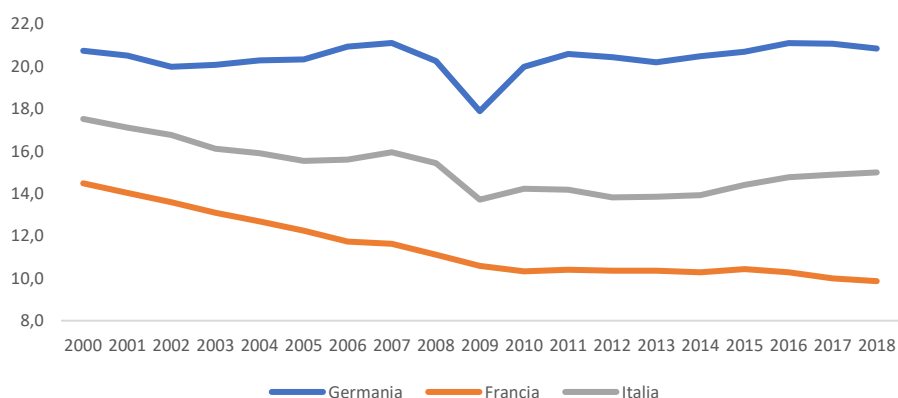
## Indice dei contenuti

<b>1.</b>	<b>Ricerca, innovazione e crescita: il ruolo dei settori high-tech</b>	<b>6</b>
<b>1.1.</b>	<b>L'innovazione in Italia: un'analisi comparativa</b>	<b>9</b>
1.1.1.	La Ricerca e Sviluppo in Italia	9
1.1.2.	I brevetti	16
1.1.3.	Le pubblicazioni scientifiche	19
1.1.4.	L'innovazione nelle imprese	22
1.1.5.	L'export di prodotti high-tech	26
1.1.6.	Il peso del comparto high-tech nell'economia italiana in termini di valore aggiunto e quota occupati	31
1.1.7.	Il peso del comparto high-tech nell'economia italiana in termini di investimenti in R&S e personale addetto alla ricerca	33
<b>2.</b>	<b>Valutazione dell'impatto dei settori ad alto contenuto tecnologico sull'economia italiana</b>	<b>38</b>
<b>3.</b>	<b>Analisi dell'impatto dei settori high-tech</b>	<b>43</b>
<b>3.1.</b>	<b>Dati e metodologia</b>	<b>43</b>
<b>3.2.</b>	<b>Risultati</b>	<b>46</b>
<b>4.</b>	<b>Considerazioni conclusive e aspetti di policy</b>	<b>49</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>58</b>
	<b>Appendice</b>	<b>61</b>

# 1. Ricerca, innovazione e crescita: il ruolo dei settori high-tech<sup>1</sup>

La capacità di esportare e, strettamente associata a quest'ultima, quella di innovare costantemente i prodotti che si realizzano (ed i processi atti alla loro realizzazione) e di evolvere adattandosi a contesti complessi, mutevoli ed incerti, rappresentano elementi chiave per spiegare la crescita delle imprese e delle nazioni. L'Italia, seconda manifattura d'Europa (si veda la Figura 1 dove è riportato il dato relativo al peso del settore manifatturiero sul PIL in Francia, Germania e Italia), ha trovato e trova nella capacità esportatrice delle sue imprese uno dei principali elementi di forza.

**Figura 1.** Quota del settore manifatturiero sul PIL (2000-2018)



Fonte: elaborazione CED su dati World Bank

Ciò è vero nonostante l'economia italiana presenti caratteristiche strutturali (accentuato dualismo territoriale, tendenza alla dimensione ridotta delle imprese, dimensioni comparativamente inferiori, rispetto ai principali competitor internazionali, degli indicatori di innovazione formali quali i brevetti e la spesa in ricerca e sviluppo (R&S)), che la pongono in posizioni spesso non di vetta nelle classifiche internazionali<sup>2</sup>.

Da questo punto di vista, uno degli elementi di forza dell'economia italiana risiede nella *sinergia* (o, detto in altri termini, nel combinato ed in alcuni casi coordinato contributo alla crescita complessiva dell'economia italiana) tra imprese di larghe dimensioni, ad alta intensità di capitale e ad alta tecnologia, operanti in settori ove l'Italia ha accumulato nel tempo significativi vantaggi comparati anche dal punto di vista tecnologico<sup>3</sup>, ed imprese di dimensioni più ridotte, spesso operanti "in rete" e capaci di generare continue innovazioni, in un elevato numero di casi di innovazioni di tipo incrementale e non sempre formalizzate e registrabili nei dati di bilancio delle stesse imprese (Antonelli et al., 2007).

L'asimmetrico dispiegarsi degli effetti della crisi esplosa nel 2008 (Lucchese et al. 2016), tuttavia, ha visto una particolare sofferenza delle economie dell'Europa meridionale rispetto al resto dell'Unione. A seguito della crisi, l'Italia ha ridotto la sua capacità produttiva in una misura vicina al 25% e, seppure a partire dal secondo trimestre del 2014 sia tecnicamente uscita dalla recessione avviatasi nel 2011 (Centra et al. 2019), la crescita osservabile da quel momento in poi si è caratterizzata per: i) un basso tasso di utilizzo della

<sup>1</sup> La ricerca è stata realizzata da: Rosario Cerra, Francesco Crespi, Matteo Deleidi, Lucrezia Fanti, Dario Guarascio, Francesca Iafrate e Carlo Musso.

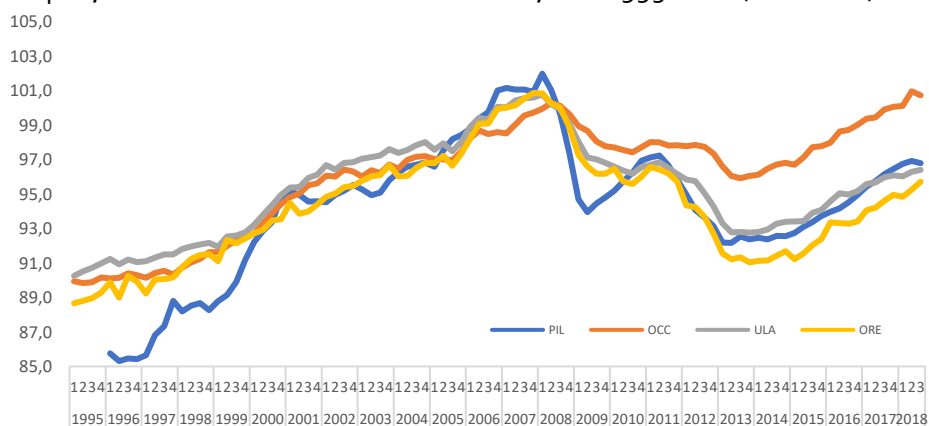
<sup>2</sup> Per una disamina delle dinamiche recenti si veda Dosi et al. (2018).

<sup>3</sup> Settori chiave sono in particolare: produzioni di veicoli e loro componenti, meccanica di precisione, farmaceutica, aerospazio e difesa.

capacità produttiva, in particolare per quanto concerne l'utilizzazione dell'input di lavoro (come mostrano le Figure 2 e 3, sia il valore aggiunto sia le ore lavorate non sono ancora tornate al livello osservabile nel 2007); ii) la concentrazione della crescita e della creazione di nuove imprese in settori, in particolare nei servizi, a bassa intensità di valore aggiunto e di innovazione tecnologica; iii) la tendenza a generare lavori di bassa qualità, instabili e a bassa retribuzione.

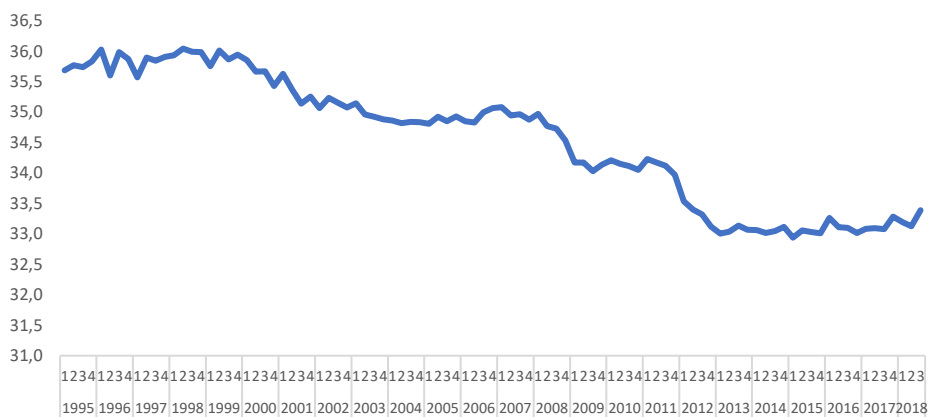
A dispetto di tale scenario negativo, l'Italia ha altresì mostrato una significativa resilienza in settori dove è tradizionalmente forte in termini di esportazioni e innovazione tecnologica. Gran parte della componente connessa all'export della crescita post-crisi osservata in Italia è infatti attribuibile al rin vigorirsi di settori strategici quali quelli relativi a meccanica e aerospazio.

**Figura 2.** Pil, occupati, unità di lavoro e monte ore lavorate, anni 1995-2018 (2008=100)



Fonte: Centra et al. (2019)

**Figura 3.** Ore mediamente lavorate a settimana per occupato, anni 1995-2018 (valori trimestrali destagionalizzati)



Fonte: elaborazione CED su dati ISTAT

In questi comparti un ruolo chiave è giocato dalle grandi imprese, sia private che pubbliche. Queste ultime, in particolare, hanno un ruolo preminente per ciò che concerne la capacità di generare innovazioni radicali (i.e. il tipo di innovazioni capaci di garantire i vantaggi di mercato più consistenti e duraturi nel tempo) contribuendo ad accrescere la propria capacità competitiva e determinando il diffondersi di *'spillover effects'* benefici per le imprese ad esse connesse in termini produttivi. L'importanza di tali grandi imprese e,

in particolare per quel che riguarda il comparto manifatturiero italiano<sup>4</sup>, di quelle a capitale pubblico o pubblico-privato, è data in particolare dalla loro capacità di pianificare investimenti innovativi strategici, di grande portata ed esposti a incertezza. La disponibilità di risorse monetarie e l'accumulazione, nel corso del tempo, di *expertise* manageriali e routine organizzative, consentono a tali soggetti economici di ridurre il grado di incertezza e di superare i vincoli agli investimenti – in modo particolare i vincoli di ordine creditizio – dando la possibilità di introdurre nuovi processi e prodotti (spesso 'formalizzabili' attraverso brevetti) forieri di accrescimento nelle capacità tecnologica e competitiva.

Nel complesso, una disamina compiuta della capacità tecnologica e del legame tra questa e le performance di un'economia, in questo caso di quella italiana, richiede, in primo luogo, che sia prestata adeguata attenzione a tutte le dimensioni coinvolte: quella micro (riguardante le caratteristiche del sistema delle imprese e, più specificatamente, le loro peculiarità economiche, tecnologiche ed organizzative); quella meso (la composizione settoriale e l'evoluzione nella specializzazione produttiva del Paese); e quella macro (la dinamica aggregata delle variabili economiche e innovative, la comparazione internazionale e l'esplorazione delle eterogeneità che sussiste tra l'attività innovativa posta in essere dagli operatori pubblici e da quelli privati). In secondo luogo, è determinante distinguere le diverse tipologie di innovazione che possono essere messe in campo in ragione della loro significativa eterogeneità, sia per quanto riguarda la tipologia e l'intensità degli investimenti necessari a realizzarle, sia per ciò che concerne il loro impatto economico. In terzo luogo, appare rilevante anche approfondire il legame che sussiste tra la propensione e il successo nella generazione di nuovi prodotti e processi, le caratteristiche delle istituzioni (con particolare riferimento alle politiche per l'innovazione che vigono nel Paese oggetto di analisi), nell'ambito delle quali i soggetti economici operano, e, non meno rilevante, la quantità e la qualità delle competenze offerte sia dal sistema dell'istruzione e della formazione sia dal mercato del lavoro<sup>5</sup>. Per valutare in modo quantitativamente rigoroso l'effetto economico (micro, meso o macro) che l'innovazione tecnologica e lo sviluppo dei settori ad alta tecnologia hanno sull'economia è necessario, infine, collezionare informazioni quanto più possibile dettagliate per poter testare in modo empiricamente robusto (ovvero eliminando le potenziali fonti di endogeneità che possono distorcere l'analisi e la stima statistica delle relazioni oggetto di investigazione) l'impatto che diversi tipi di innovazione, con diverse intensità, possono avere sulla dinamica economica di imprese, regioni ed economie intese nel loro complesso.

Con l'obiettivo di evidenziare tali meccanismi, il rapporto si apre con una dettagliata analisi delle attività di ricerca e innovazione in Italia attraverso un confronto con i due principali competitor europei (Germania e Francia) e con la media europea. Particolare attenzione è rivolta all'esame del peso dei settori ad alta tecnologia sia con riferimento al valore aggiunto prodotto e all'occupazione, sia in relazione agli investimenti in Ricerca e Sviluppo (R&S). La seconda parte del rapporto contiene invece una breve rassegna dei principali contributi empirici che hanno cercato di valutare l'impatto socio-economico delle attività di ricerca e innovazione e, più in generale, delle attività economiche svolte nei settori ad alta tecnologia. La terza parte del Rapporto riporta i risultati di un'analisi econometrica originale volta a stimare l'impatto di un aumento della quota di valore aggiunto nei settori high-tech sul prodotto dell'economia nel suo complesso e sulla produttività oraria. Infine, il rapporto propone, anche attraverso l'utilizzo di esempi derivanti da casi concreti di evoluzione di tecnologie, specifiche direttrici di policy da intraprendere per sostenere efficacemente le attività di ricerca e innovazione.

---

<sup>4</sup> Si vedano, tra gli altri, Antonelli et al. (2014) e Lucchese et al. (2016) per una discussione circa il ruolo cruciale, per l'intera economia, esercitato da alcune grandi imprese pubbliche italiane e del loro portato di *know-how* e di *capabilities* tecnologiche.

<sup>5</sup> Su questo punto, si vedano, tra gli altri, Fanti et al. (2019); Dosi et al. (2018).



## 1.1. L'innovazione in Italia: un'analisi comparativa

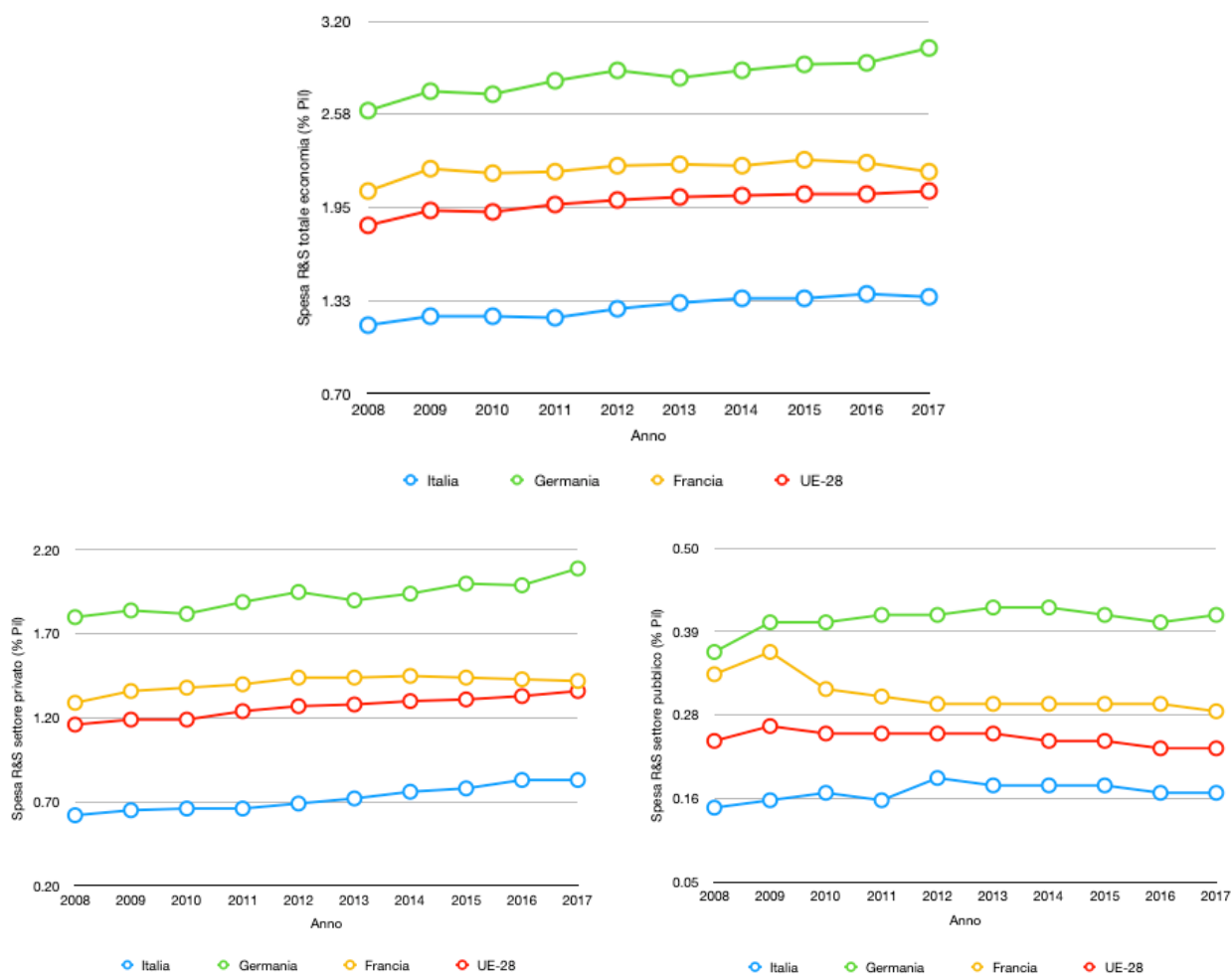
Questa sezione propone una disamina empirica delle recenti evoluzioni dell'innovazione tecnologica in Italia indagando le diverse forme che l'attività innovativa stessa può assumere: spesa in R&S; addetti alle attività di R&S; brevetti distinti per classe brevettuale; pubblicazioni scientifiche; innovazione di processo, di prodotto ed organizzativa realizzata all'interno delle imprese; evoluzione della composizione settoriale dell'economia e peso relativo dei settori ad alta tecnologia. L'analisi si concentrerà sul confronto tra i tre principali paesi dell'Europa continentale, ovvero Germania, Francia e Italia.

### 1.1.1. La Ricerca e Sviluppo in Italia

La R&S costituisce il principale input del processo innovativo. Si tratta delle attività volte a costituire le basi, materiali e immateriali, per il susseguente sviluppo di innovazioni, di processo o di prodotto, dalle quali l'impresa si attende di trarre beneficio economico. Sia la R&S in quanto tale, sia la relazione che sussiste tra la realizzazione dell'investimento in R&S (input) e l'ottenimento di un output innovativo (nuovo processo o nuovo prodotto), sono caratterizzati da peculiarità meritevoli di menzione. Gli investimenti in R&S tendono ad essere per loro natura voluminosi, richiedenti un impegno che è frequentemente di tipo pluriennale ed esposti a un consistente livello di incertezza. L'incertezza è riferita al fatto che l'attività di R&S richiede l'esplorazione di spazi di possibilità tecnologica ed organizzativa ignoti o solo parzialmente noti. Permane dunque una probabilità che l'investimento in R&S realizzato non crei le pre-condizioni tecnologiche e, indirettamente, di convenienza economica utili ad aprire la strada ad un nuovo processo e/o ad un nuovo prodotto. In aggiunta a ciò, è rilevante sottolineare come la probabilità che un'impresa effettui un investimento in R&S (dati, come già argomentato, l'ammontare spesso elevato di risorse necessarie e il grado di incertezza da fronteggiare) varia a seconda delle *capabilities* tecnologiche e finanziarie di cui la stessa già dispone e che possono contribuire a ridurre la già menzionata incertezza e a massimizzare la probabilità di ottenere benefici economici a seguito dell'investimento. Ad essere dotate degli *asset* che maggiormente contribuiscono ad aumentare la probabilità di effettuare investimenti in R&S di successo sono, in modo particolare, le grandi imprese (per evidenti ragioni connesse alle maggiori risorse finanziarie e organizzative di cui tendono a disporre) e, tra queste, quelle che hanno come elemento chiave della loro strategia competitiva l'innovazione tecnologica.

Analizzando l'incidenza sul PIL degli investimenti in R&S, sia pubblici che privati, nel corso del periodo osservato, l'Italia mostra un rapporto R&S-PIL che oscilla tra l'1% e l'1,3%, con un leggero incremento nel periodo compreso tra il 2011 e il 2015. Se circoscriviamo l'analisi al solo settore privato, la divaricazione tra la performance italiana e quella della media UE28, della Francia e, in modo ancor più evidente, della Germania risulta sensibilmente più marcata (l'Italia si attesta su di un valore vicino allo 0,7% a fronte di rapporti che sono, rispettivamente, pari a 1,3% e 2,1% per UE28, Francia e Germania). Come mostra la Figura 4, uno scostamento simile, ma più contenuto (se non altro comparando la dinamica italiana a quella francese ed a quella della UE28), è riscontrabile anche riguardo agli investimenti in R&S effettuati dal settore pubblico in rapporto al PIL.

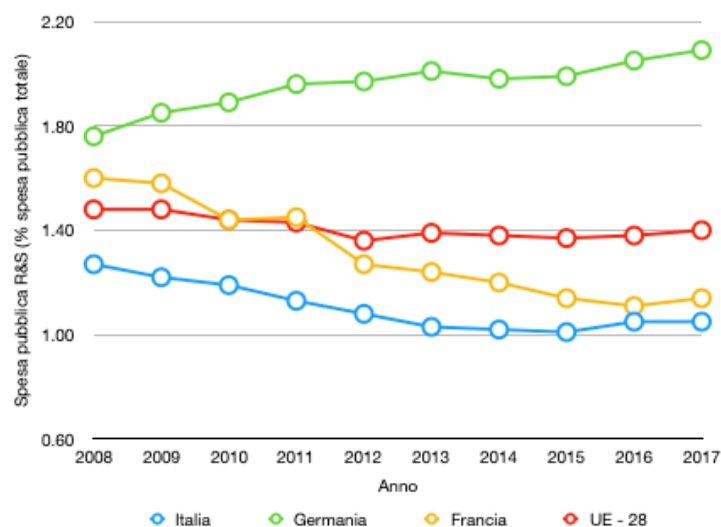
**Figura 4.** Spesa R&S complessiva, settore privato e settore pubblico, % del PIL – anni 2008-2017



Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

Guardando alla spesa pubblica per investimenti in R&S in termini aggregati sul totale della spesa pubblica (Figura 5), l'Italia conferma la sua posizione di retroguardia rispetto sia alla UE28 sia alle due principali economie dell'Eurozona (EZ), Francia e Germania. Negli anni successivi alla crisi del 2008, inoltre, si registra un peggioramento della posizione relativa dell'Italia rispetto alla Germania, con un lievissimo recupero a partire dal 2015. È, in aggiunta a ciò, rilevante evidenziare come, assieme a quella italiana, a peggiorare in modo marcato a partire dal 2008 sia anche la posizione della Francia nei confronti della Germania e dell'UE nel suo complesso.

**Figura 5.** Spesa in R&S del settore pubblico, % della spesa pubblica complessiva – anni 2008-2017

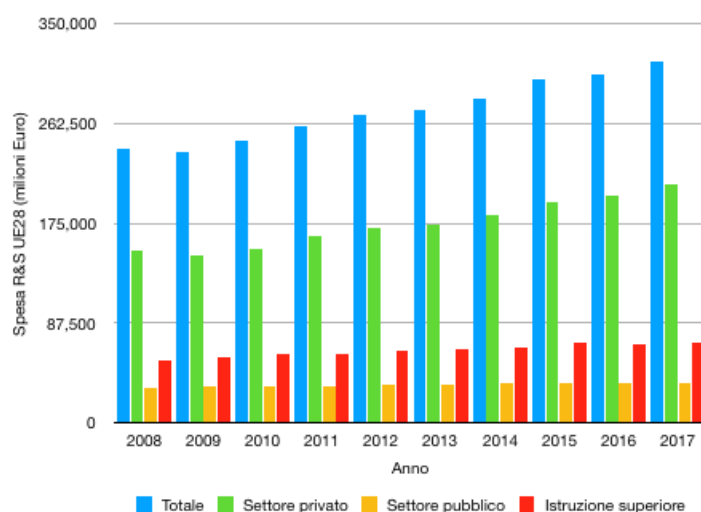


Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

Proseguiamo con l'analisi descrittiva dei dati relativi agli investimenti in R&S riportando, sempre in chiave comparativa e distinguendo tra settore pubblico e settore privato, i valori assoluti (milioni di euro) dei medesimi investimenti (Figure 6 e 7).

A livello europeo emerge, tra il 2008 e il 2017, un tendenziale incremento della spesa, prevalentemente attribuibile all'aumento della spesa in R&S del comparto privato, confermando un trend generalizzato di debolezza degli investimenti pubblici (in questo caso in R&S) e di quelli relativi all'istruzione superiore. Una dinamica non particolarmente dissimile è osservabile anche in Germania, Francia e Italia. L'incremento (e gli ordini di grandezza della spesa stessa) riscontrabile in Germania è, tuttavia, sensibilmente più sostenuto rispetto a quanto registrato in Francia e in Italia, andando a confermare la dinamica di polarizzazione in atto tra i Paesi membri dell'EZ e documentata, tra gli altri, da Simonazzi et al. (2013).

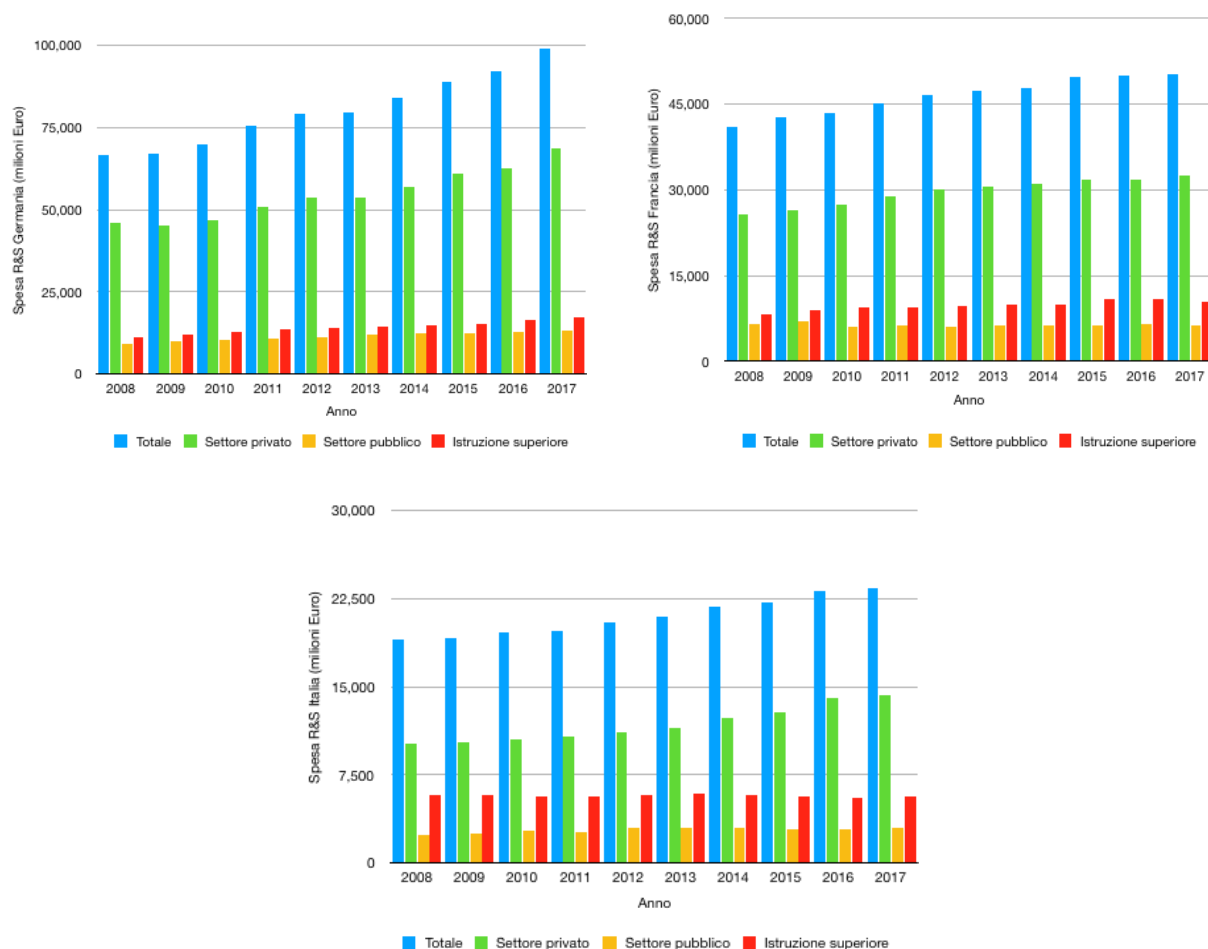
**Figura 6.** Investimenti in R&S UE28, valori assoluti (mil. di euro) – anni 2008-2017\*



Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

\* Il dato totale comprende anche la spesa in R&S relativa al terzo settore (*private non-profit*).

**Figura 7. Investimenti in R&S Germania, Francia e Italia, valori assoluti (mil. di euro) – anni 2008-2017\***



Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

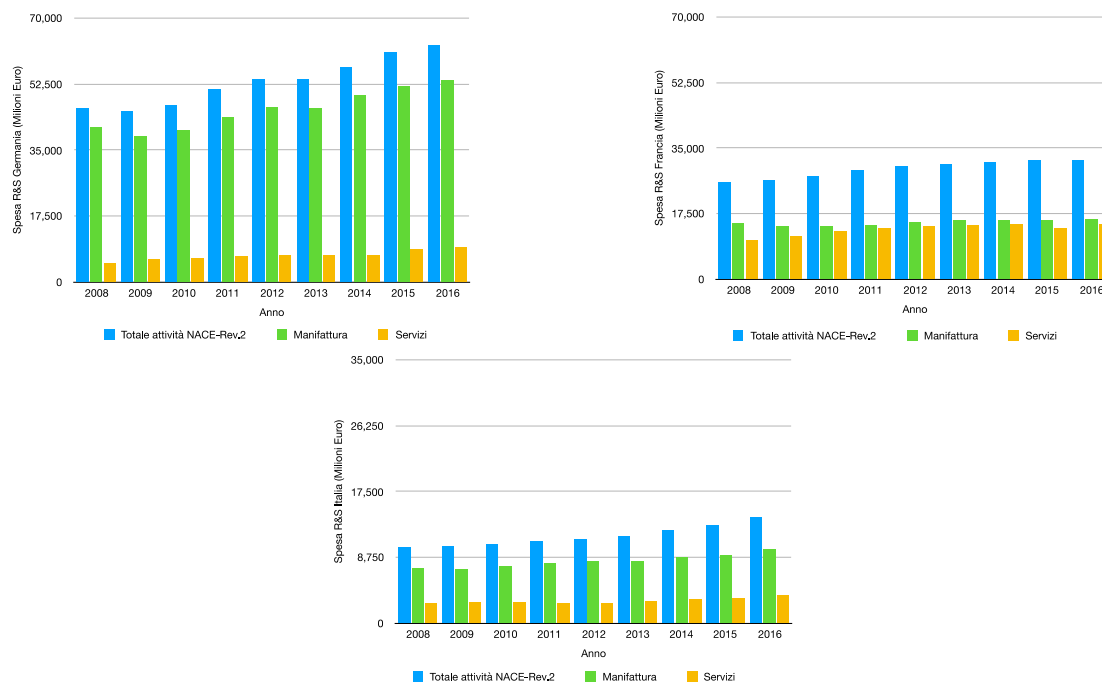
\* Il dato totale comprende anche la spesa in R&S relativa al terzo settore (*private non-profit*).

La distinzione tra manifattura e servizi (Figura 8) consente, da un lato, di confermare alcune evidenze consolidate per quel che riguarda la letteratura scientifica, dall'altro, di mostrare come sia la distribuzione sia la dinamica inter-settoriale della spesa in R&S si leghino strettamente alla specializzazione produttiva dell'economia oggetto di analisi.

Nonostante le economie avanzate tendano, in misura crescente, a configurarsi come "economie dei servizi", data la tendenza da parte del settore servizi ad acquisire quote sempre più rilevanti del valore aggiunto e dell'occupazione complessiva, il settore manifatturiero pare mantenere il suo ruolo di *locus* privilegiato per la generazione di innovazioni. La prevalenza di imprese di grandi dimensioni, la tendenza all'adozione di forme organizzative strutturate e spesso inclini alla standardizzazione delle mansioni e delle procedure, oltre a una competizione che si gioca sempre più in termini di aggiornamento tecnologico e qualitativo dei prodotti, rendono infatti il comparto manifatturiero un dominio ove è più alta la probabilità che le imprese intraprendano sforzi (ad esempio attraverso gli investimenti in R&S) innovativi per raggiungere i propri obiettivi di mercato. Tale rilevanza del settore manifatturiero, per ciò che concerne gli investimenti in R&S complessivi, tuttavia, pare essere fortemente connessa alla specializzazione produttiva delle tre economie europee considerate. Se, infatti, per la Germania e l'Italia viene confermata la preminenza di tale comparto (sebbene con ordini di grandezza in termini di valore assoluto fortemente sbilanciati a favore della prima), non è possibile affermare lo stesso per la Francia, ove si registra un certo equilibrio tra spesa per R&S nella manifattura e nei servizi. Ciò è verosimilmente spiegato dal peso maggiore che la produzione manifatturiera

gioca nelle economie tedesca e italiana rispetto a quella francese (si veda la Figura 1). Nel caso italiano questo dato è di particolare rilievo poiché sembrerebbe suggerire come il comparto manifatturiero, nonostante la forte contrazione sperimentata a seguito della crisi del 2008, continui ad essere il principale motore dell'innovazione tecnologica del Paese (Confindustria 2019, Romano e Traù 2019).

**Figura 8.** Investimenti in R&S per macro-settore Germania, Francia e Italia, valori assoluti (mil. di euro) – anni 2008-2016



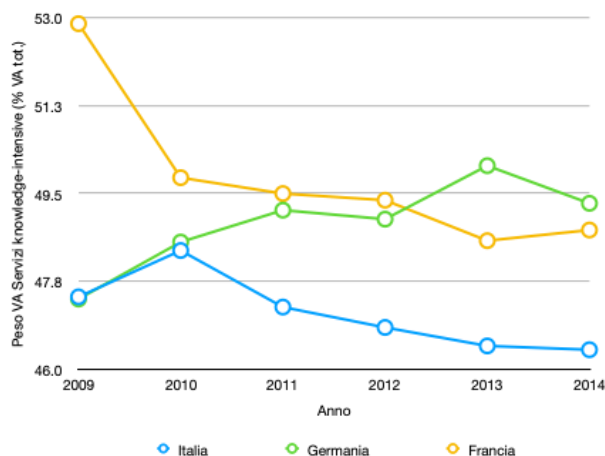
Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

D'altra parte, l'incremento dimensionale del macro-settore dei servizi, che pure è osservabile in Italia, sembrerebbe caratterizzarsi per una prevalenza di settori (quali, ad esempio, servizi alla persona, turismo o ristorazione) che si distinguono per una bassa intensità di R&S ed innovazione (per una discussione, si veda ISTAT 2019). Occorre però osservare che l'intensità tecnologica dei servizi non sempre è identificabile mediante l'uso di indicatori statistici standard in ragione del fatto che, in tale comparto, l'innovazione risulta essere spesso di tipo immateriale (si pensi ai software e, più in generale, ai contenuti digitali) e, in alcuni casi, si caratterizza per componenti *open source* (ovvero liberamente accessibili), apparentemente sconnesse dalla generazione di ricavi (proprio in virtù della loro libera accessibilità), ma in realtà cruciali per l'adozione di strategie competitive di successo. La Figura 9 mette in luce la dinamica comparata del valore aggiunto (sul totale del valore aggiunto dei servizi) dei settori ad alta intensità di conoscenza (i.e. i "Knowledge Intensive Sectors"<sup>6</sup>), quelli ove è maggiormente frequente la generazione di innovazioni di carattere immateriale e, dunque, meno visibili nelle statistiche. I dati, tuttavia, paiono corroborare l'ipotesi di una prevalenza, nel caso italiano, di servizi a bassa intensità di innovazione e a bassa intensità di conoscenza. La

<sup>6</sup> Il valore aggiunto nei settori dei servizi ad alta intensità di conoscenza (*Knowledge-Intensive Services, KIS*) è stato calcolato aggregando i settori dei servizi ad alta intensità di conoscenza e ad alto contenuto tecnologico (*Knowledge-Intensive High-Technology Services, KIHTS*) e i settori dei servizi di mercato ad alta intensità di conoscenza (*Knowledge-Intensive Market Services, KIMS*), seguendo la classificazione EUROSTAT NACE-Rev.2 (la medesima fornita dall'OCSE).

Francia e la Germania, al contrario, si caratterizzano per un peso relativo di tali settori significativamente più elevato rispetto a quanto registrabile in Italia nell'intero periodo considerato.

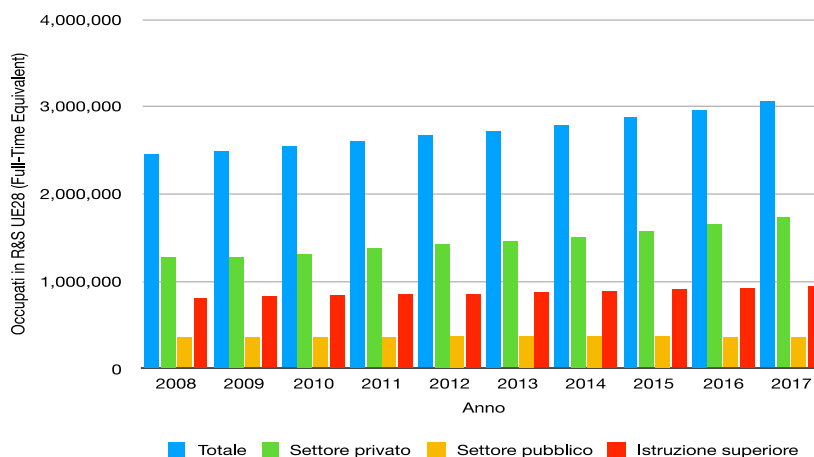
**Figura 9** Valore aggiunto settori servizi ad alta intensità di conoscenza, % del totale valore aggiunto nei servizi – anni 2009-2014



Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

I dati relativi agli addetti impiegati nella realizzazione di attività connesse alla R&S seguono una dinamica analoga a quella osservata per gli investimenti (Figure 10 e 11). Guardando ai "full-time equivalent" (FTE), e distinguendo tra gli addetti del settore privato, del settore pubblico e del settore relativo all'istruzione superiore, emerge come sia il primo dei tre comparti a fornire il maggior numero di addetti. Va tuttavia ricordato come la natura della R&S realizzata nei comparti analizzati sia sensibilmente diversa, con una quota di addetti alla ricerca di base caratterizzata da utilizzo di competenze scientifiche altamente specializzate maggiore nel settore pubblico rispetto al settore privato. In termini comparativi, è opportuno sottolineare come il divario, già osservato esaminando i dati monetari della spesa in R&S, tra la Germania, da un lato, e la Francia e l'Italia, dall'altro, sia di assoluta rilevanza e tenda a crescere nel tempo. La dinamica osservabile sembra indicare un ruolo trainante del settore privato similmente a quanto osservato analizzando il dato sugli investimenti.

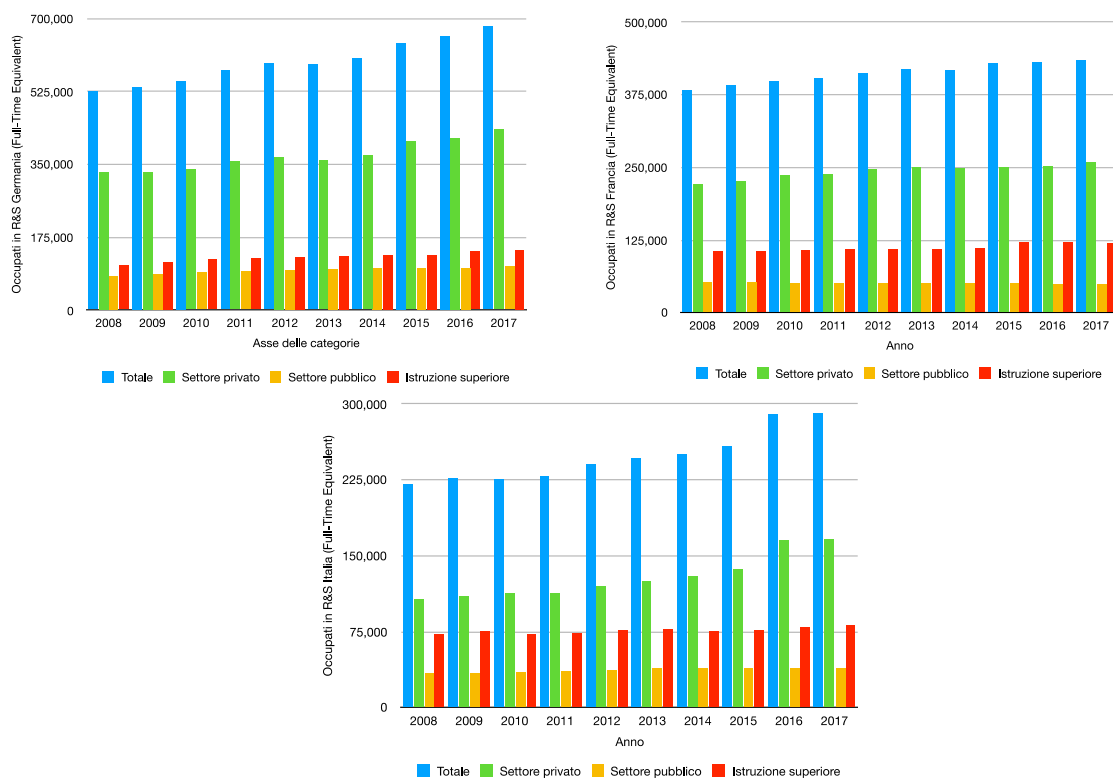
**Figura 10.** Occupati in attività connesse alla R&S, UE28 – anni 2008-2017\*



Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

\* Il dato totale comprende anche il terzo settore (*private non-profit*).

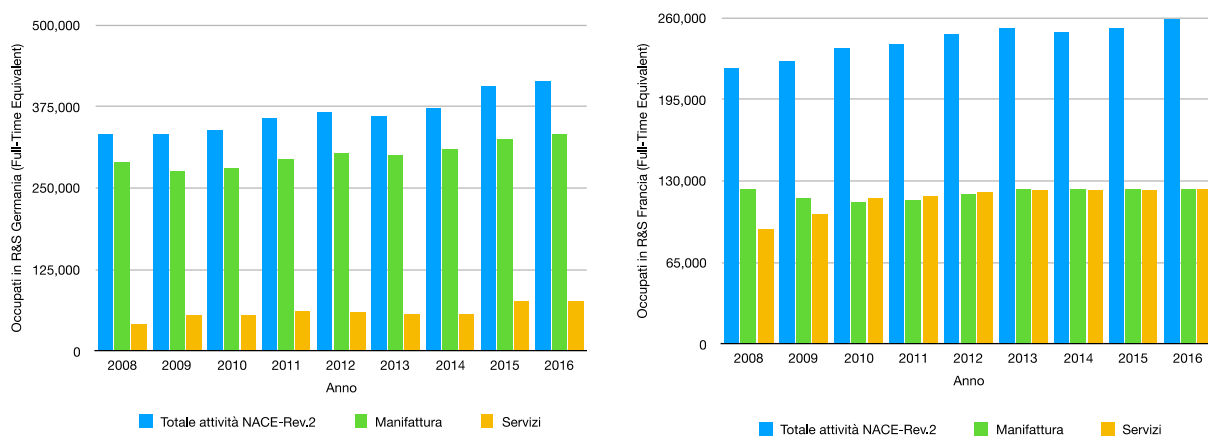
**Figura 11.** Occupati in attività connesse alla R&S (Germania, Francia e Italia – anni 2008-2017)\*

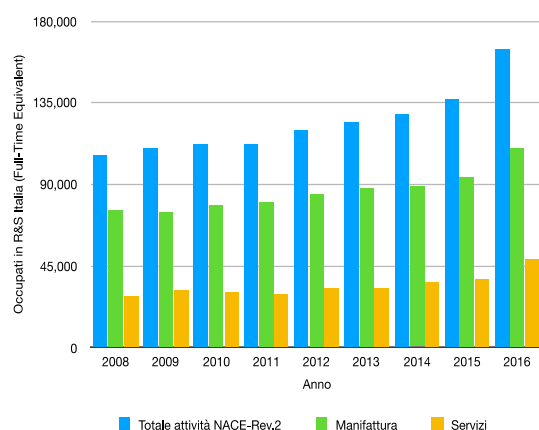


Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

\* Il dato totale comprende anche il terzo settore (*private non-profit*).

**Figura 12.** Occupati in attività connesse alla R&S per macro-settore Germania, Francia e Italia – anni 2008-2016



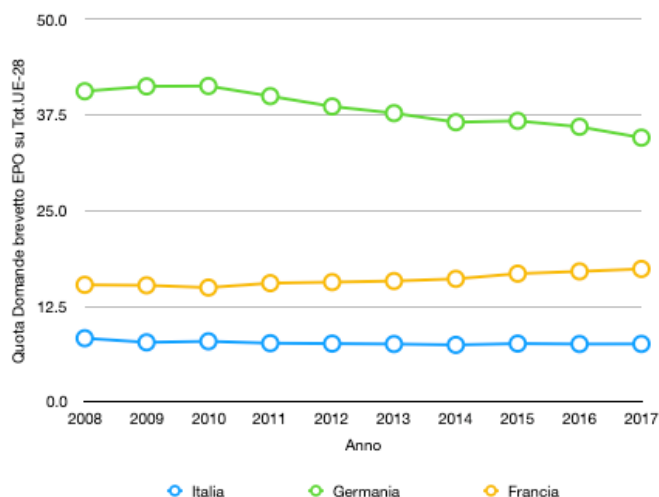


Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

### 1.1.2. I brevetti

I brevetti costituiscono un elemento intermedio tra l'input (i.e. la spesa in R&S) e l'output innovativo (beni, servizi e processi capaci di tradursi in vantaggio economico per l'impresa). Il brevetto rappresenta infatti il riconoscimento formale dell'innovatività (e dunque del potenziale valore) di un'idea o di un oggetto rispetto ai quali si considerano sussistenti le condizioni atte alla tutela legale dell'esclusività nella gestione (uso, trasferimento e vendita) degli stessi. Il brevetto, tuttavia, non costituisce, in quanto tale, garanzia del fatto che il bene, il servizio e/o il prodotto dell'ingegno siano effettivamente in grado di generare benefici economici. Inoltre, vi è spesso un disallineamento temporale tra la registrazione del brevetto, l'adozione dell'innovazione e l'eventuale ottenimento di un dividendo economico connesso a quest'ultima. Spesso, infatti, i brevetti vengono registrati (o acquistati) da imprese che intendono proteggersi da eventuali sviluppi tecnologici a loro sfavorevoli e non in virtù di una volontà immediata di ammodernamento dei processi o di trasformazione dei prodotti. Allo stesso modo, l'esistenza di presupposti di natura tecnica favorevoli (i.e. presupposti segnalati dalla disponibilità di uno o più brevetti) può non essere sufficiente a incentivare l'adozione delle innovazioni connesse, nel caso in cui le condizioni economiche ed istituzionali non siano tali da far prefigurare un adeguato flusso di benefici monetari futuri (Crespi e Guarascio, 2019).

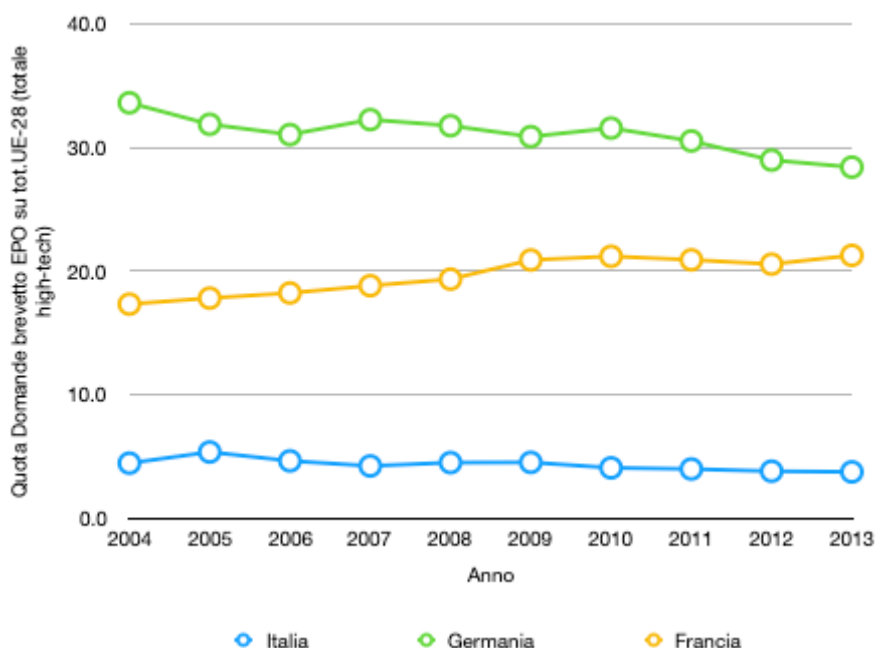
**Figura 13.** Domande di brevetti sottoposte allo European Patent Office Italia, Germania e Francia, % sul totale UE-28 – anni 2008-2017



Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT



**Figura 14.** Domande di brevetti sottoposte allo European Patent Office per totale classi brevettuali high-tech Italia, Germania e Francia, % sul totale UE-28 – anni 2004-2013

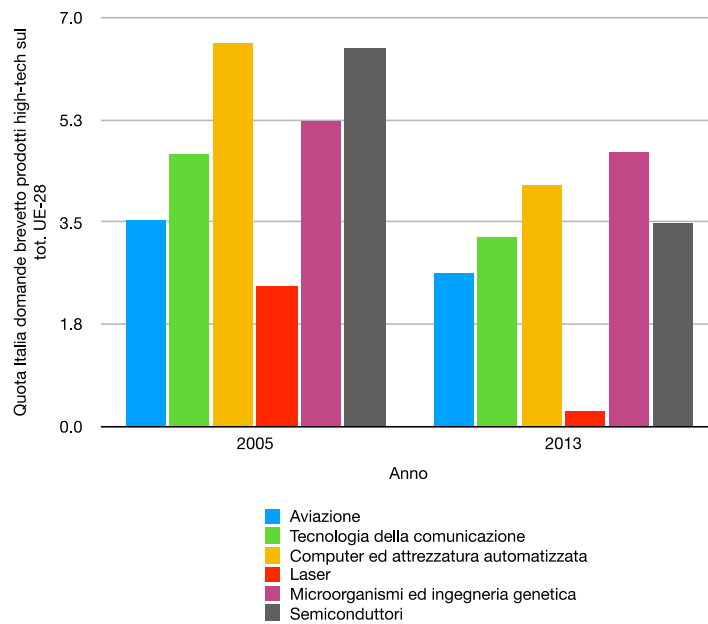


Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

In coerenza con quanto osservato in termini di investimenti in R&S, emerge una significativa gerarchizzazione tra le principali economie europee anche con riferimento alla dinamica dei brevetti. Dal punto di vista delle domande di brevetti complessivamente presentate allo European Patent Office (EPO), la Germania si caratterizza per valori significativamente più elevati (35% del totale UE-28) rispetto a quelli registrati per Italia (8%) e Francia (17%).

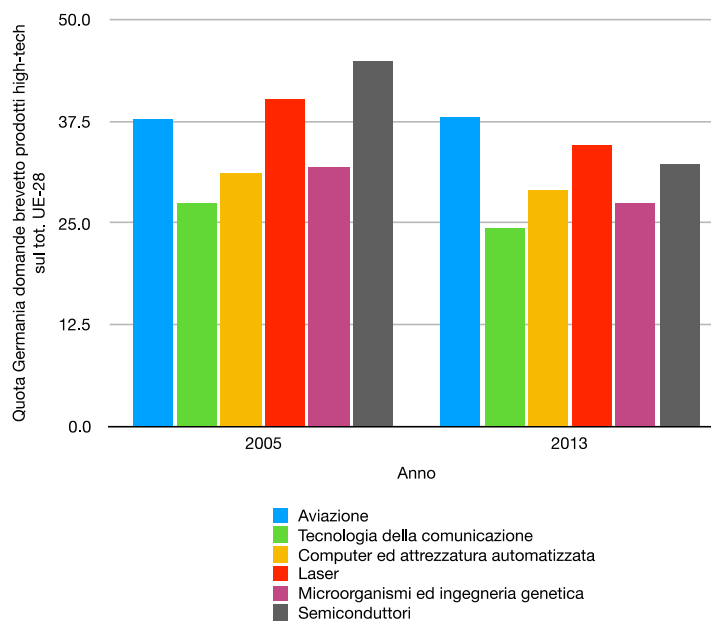
La differenza appare essere meno marcata, tuttavia, quando l'analisi viene circoscritta alle sole classi brevettuali high-tech (Figure 15, 16 e 17). In questo caso, la Germania e la Francia tendono a convergere su un valore prossimo al 25% del totale UE-28 al termine del periodo temporale considerato. L'Italia, tuttavia, si attesta in modo persistente al di sotto dei livelli francese (21%) e tedesco (28%) presentando, nel 2013, un numero complessivo di domande pari al 4% del totale UE-28. Inoltre, l'analisi delle classi brevettuali high-tech, mostra una relativa specializzazione dell'Italia in alcuni settori di punta quali "Computer ed attrezzatura automatizzata", "Microorganismi ed ingegneria genetica" e "Semiconduttori" (Figura 15) e della Francia nei settori "Aviazione", "Laser" e "Semiconduttori" (Figura 17), a fronte di una relativa omogeneità della Germania in termini di composizione delle domande di brevetti relativi ai settori ad alto contenuto tecnologico (Figura 16).

**Figura 15.** Domande di brevetti sottoposte allo European Patent Office per classi brevettuali high-tech Italia, % sul totale UE-28 – anni 2005 e 2013



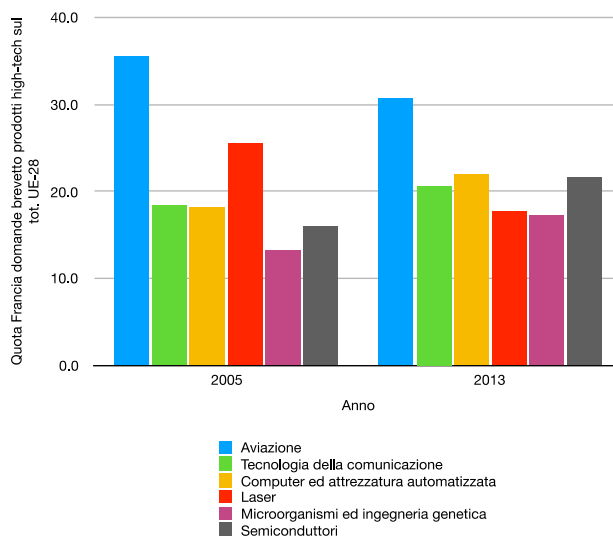
Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

**Figura 16.** Domande di brevetti sottoposte allo European Patent Office per classi brevettuali high-tech Germania, % sul totale UE-28 – anni 2004-2013



Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

**Figura 17.** Domande di brevetti sottoposte allo European Patent Office per classi brevettuali high-tech Francia, % sul totale UE-28 – anni 2004-2013



Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

### 1.1.3. Le pubblicazioni scientifiche

Un'ulteriore dimensione attraverso cui è possibile valutare la performance innovativa delle economie è quella delle pubblicazioni scientifiche. Queste ultime costituiscono una delle componenti chiave della *base di conoscenza* delle economie, ossia il supporto a partire dal quale gli operatori pubblici e privati sviluppano le innovazioni e le prassi organizzative ad esse associate. La produttività di un'economia in termini di pubblicazioni scientifiche dipende da una serie di fattori quali: i) le dimensioni (in termini di volume e risorse dedicate) e la qualità delle istituzioni (quali, ad esempio, le università e gli enti di ricerca pubblici e privati) e delle infrastrutture deputate alla ricerca; ii) il grado di interconnessione tra il settore produttivo e le istituzioni appena menzionate; iii) la propensione all'innovazione e all'investimento delle imprese; iv) la composizione settoriale dell'economia in esame.

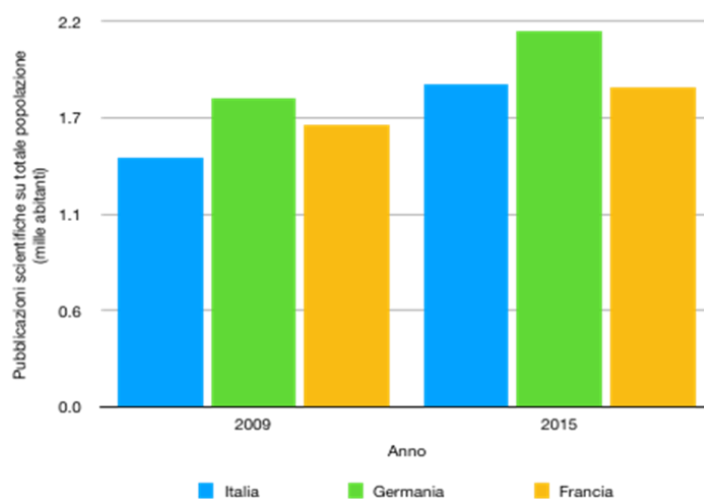
Di seguito, si propone una comparazione della performance, in termini di pubblicazioni scientifiche, di Italia, Germania e Francia.

Le Figure 18 e 19 mostrano, rispettivamente, il numero di pubblicazioni scientifiche sulla popolazione totale e sul numero di addetti alla ricerca in Italia, Germania e Francia per gli anni 2009 e 2015.

In linea con i risultati fin qui mostrati, l'Italia evidenzia un rapporto tra le pubblicazioni scientifiche e la popolazione totale inferiore alla Germania e alla Francia ma, un rapporto più elevato per quanto riguarda il medesimo dato rispetto al numero di ricercatori, con un trend crescente tra il 2009 e il 2015. Quest'ultimo dato indica una migliore performance dei ricercatori italiani in termini di quantità di pubblicazioni scientifiche anche in relazione ad un numero di addetti alla ricerca ridotto rispetto a quello di Germania e Francia.<sup>7</sup>

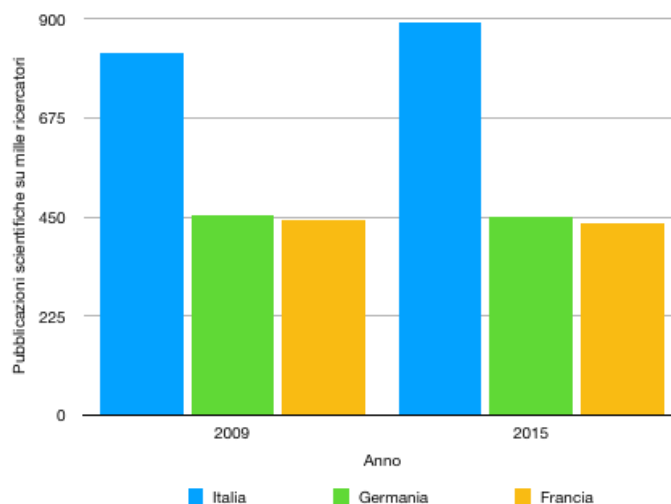
<sup>7</sup> Si noti che questo dato potrebbe essere influenzato anche dalla particolare enfasi che il sistema di valutazione della ricerca pone sulla produzione scientifica dei ricercatori. D'altra parte, l'impatto sulla reale capacità innovativa del Paese non dipende unicamente dalla produzione scientifica. Le performance dei ricercatori, specie di quelli impiegati in ambiti tecnologici, deve essere infatti valutata, con pesi adeguati, anche in relazione ai brevetti, al trasferimento tecnologico o alla creazione di *spin-off*.

**Figura 18.** Numero di pubblicazioni scientifiche Italia, Germania e Francia su totale popolazione (mille abitanti) – anni 2009 e 2015



Fonte: elaborazione CED su dati SClmago Journal and Country Rank (SJR) ed EUROSTAT.

**Figura 19.** Numero di pubblicazioni scientifiche Italia, Germania e Francia su totale ricercatori– anni 2009 e 2015

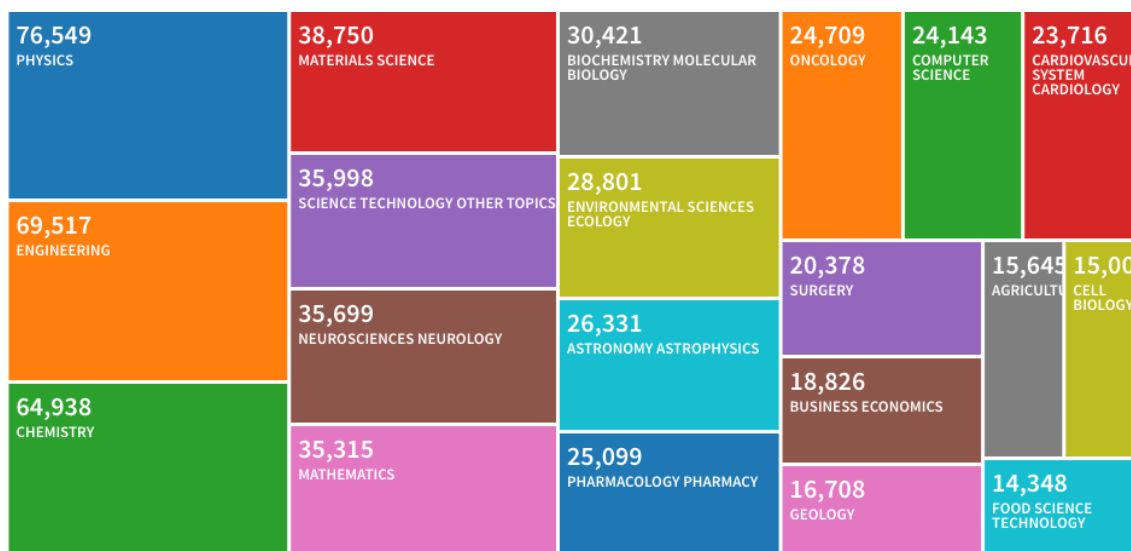


Fonte: elaborazione CED su dati SClmago Journal and Country Rank (SJR) ed EUROSTAT.

Di seguito si riporta una comparazione ad un maggiore livello di dettaglio (Figure 20, 21 e 22), andando ad individuare i primi 25 settori scientifico-disciplinari nei quali si distinguono i tre Paesi in esame per numero di pubblicazioni scientifiche nel periodo 2007-2019. I dati sono raccolti dall'archivio "Web of Science" (WOS). WOS è una piattaforma bibliografico/citazionale multidisciplinare che unisce la possibilità di effettuare

ricerche bibliografiche tematiche e ricerche per analisi citazionali attraverso l'utilizzo dei moduli *Journal Citation Report (JCR)* ed *Essential Science Indicators (ESI)*<sup>8</sup>.

**Figura 20.** Numero di pubblicazioni scientifiche per area di ricerca, Italia – anni 2007-2019

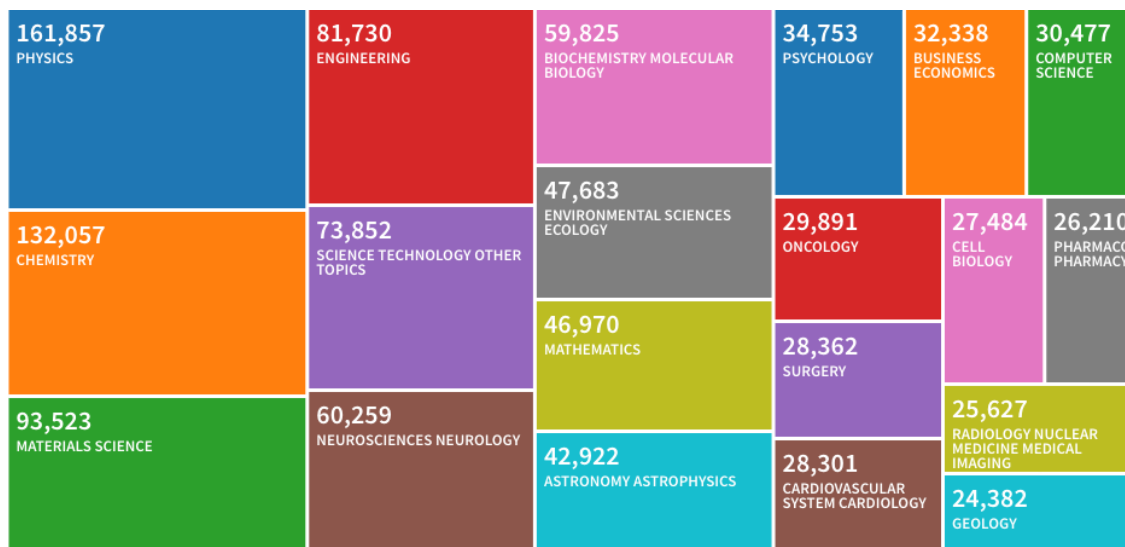


Fonte: elaborazione CED su dati Web of Science (WoS) Database. In questa figura si riportano i primi 25 settori scientifico/disciplinari per numero di pubblicazioni.

L'Italia, confermando il trend precedentemente mostrato, si caratterizza per un numero di pubblicazioni scientifiche inferiore rispetto a quello registrato per Germania e Francia. Il differenziale complessivo osservato nel periodo considerato comparando Italia, Germania e Francia è, rispettivamente, di -486.666 e -117.552 pubblicazioni. Il dato italiano mostra come a primeggiare, tra i settori scientifici ove è possibile riscontrare il maggior numero di pubblicazioni scientifiche, siano la fisica, l'ingegneria, la chimica e le scienze dei materiali. Si tratta di ambiti scientifici di natura trasversale il cui contributo in termini di conoscenza può considerarsi di rilievo per lo sviluppo dell'innovazione tecnologica in una pluralità di settori produttivi. Considerando la composizione settoriale e il peso ancora consistente del settore manifatturiero, tuttavia, è possibile cogliere una connessione tra la tipologia di innovazioni prevalenti in segmenti della manifattura quali automotive, meccanica, difesa e aerospazio e i domini scientifici dove vanno maggiormente a concentrarsi le pubblicazioni. Tali settori vedono, infatti, una prevalenza di innovazioni (sia di processo sia di prodotto) che implicano, in molti casi, l'introduzione e/o la modificazione di impianti e macchinari, la trasformazione dei materiali che compongono gli stessi impianti e macchinari o i manufatti prodotti con questi ultimi. Da questo punto di vista, l'intensa concentrazione di pubblicazioni scientifiche in comparti quali la fisica, l'ingegneria e le scienze dei materiali sembra riflettere una connessione tra la domanda di conoscenza (di base) attivata dalle imprese che popolano i settori appena menzionati e l'offerta di conoscenza proveniente dalle istituzioni deputate alla generazione della stessa. Tra gli altri domini ove vanno a concentrarsi una quota significativa delle pubblicazioni scientifiche realizzate in Italia vi sono, inoltre, le scienze mediche e farmaceutiche nonché i domini connessi alla sostenibilità ambientale e all'ecologia.

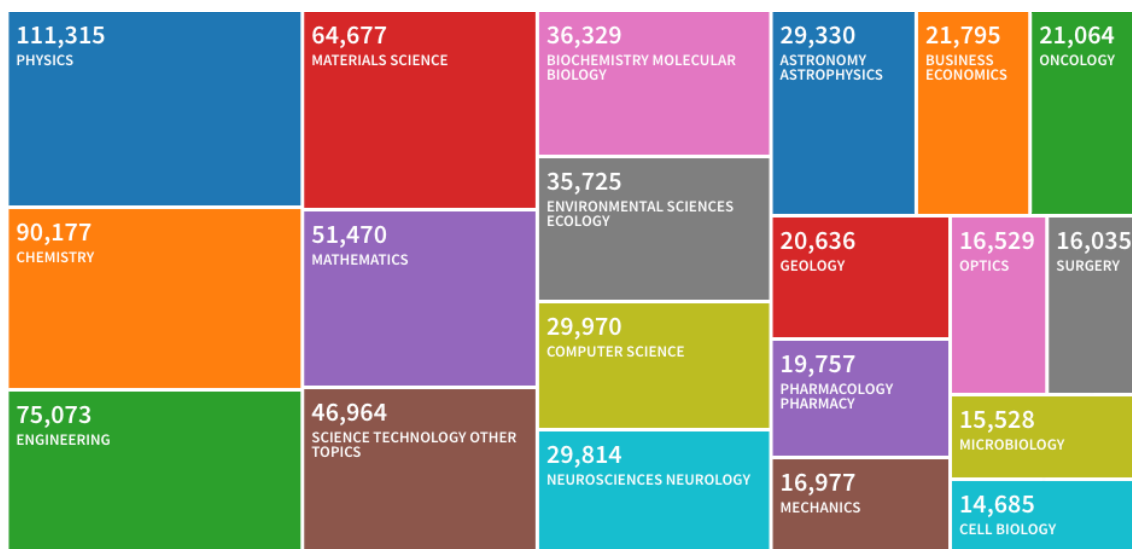
<sup>8</sup> WOS è una delle banche dati di riferimento dell'ANVUR per la raccolta dei dati grezzi riferiti alle citazioni, utili alla valutazione quantitativa della ricerca scientifica.

**Figura 21.** Numero di pubblicazioni scientifiche per area di ricerca, Germania – anni 2007-2019



Fonte: elaborazione CED su dati Web of Science (WoS) Database

**Figura 22.** Numero di pubblicazioni scientifiche per area di ricerca, Francia – anni 2007-2019



Fonte: elaborazione CED su dati Web of Science (WoS) Database

### 1.1.4. L'innovazione nelle imprese

Al fine di fornire una rappresentazione esaustiva e sufficientemente dettagliata della performance innovativa di un'economia è necessario cogliere gli sviluppi osservabili nel luogo ove, in via prevalente, l'innovazione tecnologica e organizzativa viene concepita e realizzata: l'impresa. Quest'ultima costituisce il perimetro nell'ambito del quale obiettivi di carattere economico (ovvero l'incremento delle vendite, la massimizzazione dell'efficienza produttiva, la penetrazione in nuovi mercati, l'internazionalizzazione) tendono a trasformarsi in incentivi all'ideazione, adozione e/o implementazione di prassi e oggetti innovativi

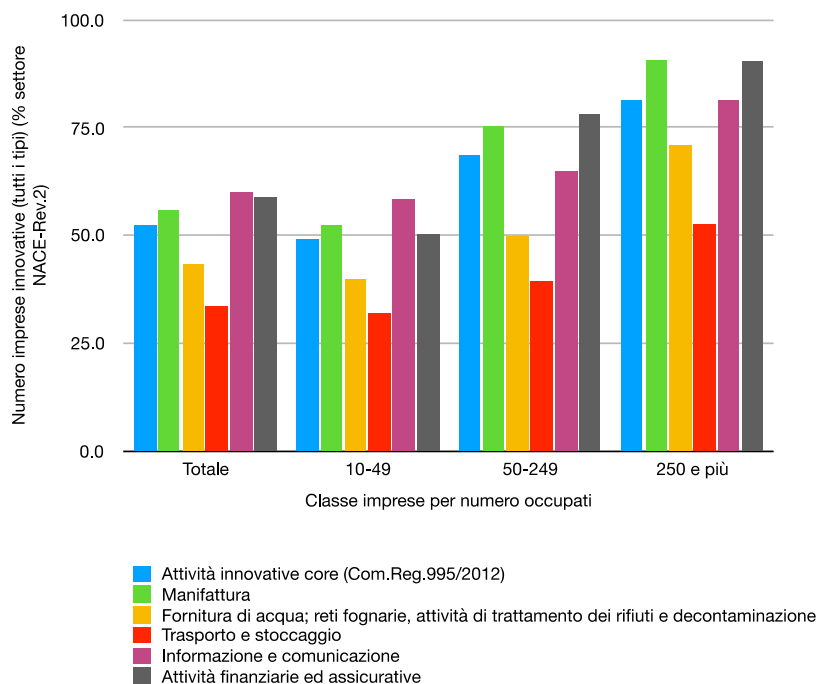
capaci di rendere accessibili tali obiettivi. L'impresa, come evidenziato da una vasta letteratura teorica ed empirica, è, inoltre, il luogo dove si accumulano le *capabilities* tecnologiche a muovere dalle quali le innovazioni (di processo e di prodotto) tendono a crescere in modo incrementale. Dimensione, natura e capacità delle imprese di accumulare tali *capabilities* dipendono in modo sostanziale da un insieme di elementi chiave quali: i) le caratteristiche tecnologiche del settore nel quale le stesse imprese operano (Pavitt, 1984; Peneder, 2010); ii) il peso relativo dell'innovazione tecnologica quale strumento per acquisire quote di mercato (Vivarelli, 2014); iii) l'importanza che la "conoscenza tacita" (Kleinknecht, 2014), ovvero la conoscenza connessa alle routine tecnologiche ed organizzative proprie di ciascuna singola impresa, ricopre come input all'interno del processo di generazione e adozione delle innovazioni. In aggiunta a ciò, è rilevante sottolineare come l'innovazione di prodotto e di processo tendano a riflettere strategie (competitive) d'impresa sensibilmente diverse (Crespi e Pianta, 2008; Bogliacino e Pianta, 2013). Nel primo caso, si può parlare di *competitività tecnologica*: l'introduzione di nuovi prodotti tende ad associarsi a strategie competitive basate sull'innovazione continua e sulla capacità di intercettare (e/o di sottrarre ai competitori) flussi di domanda in virtù del differenziale qualitativo dei propri prodotti e servizi rispetto a quelli già presenti sul mercato. Nel secondo caso, che possiamo definire come *competitività di costo*, l'innovazione di processo, tradizionalmente intesa come trasformazione tecnica dei processi produttivi e dei dispositivi a loro connessi volta a ridurre l'incidenza dei fattori produttivi utilizzati a parità di output prodotto, tende ad associarsi a strategie competitive maggiormente basate sul contenimento dei costi (e dunque dei prezzi dei beni e dei servizi collocati sul mercato) da ottenere riducendo, sia quantitativamente che in termini di numero di ore da retribuire, il peso dell'input lavoro sul totale dei costi di produzione.

I dati che seguono sono tratti dall'edizione italiana della *Community Innovation Survey* (CIS) - la principale indagine campionaria europea sull'innovazione posta in essere dalle imprese - relativa all'anno 2016, e forniscono alcuni dettagli sulle attività innovative realizzate dalle imprese italiane. Come già argomentato, è possibile riscontrare una significativa correlazione tra l'introduzione di innovazioni tecnologiche e la dimensione di impresa (Figura 23). Guardando al complesso delle attività innovative (prodotto, processo e organizzativa), emerge come la percentuale di imprese che dichiarano di avere introdotto un'innovazione sia sensibilmente inferiore tra le aziende di piccole dimensioni (10-49 dipendenti) rispetto a quelle medie (50-249) e grandi (>250). Queste ultime, in coerenza con le attese, mostrano percentuali che raggiungono il 75% delle imprese totali in settori ad alta intensità innovativa quali la manifattura, l'ICT, le attività finanziarie e le attività innovative "core"<sup>9</sup>. In termini generali, tali settori si caratterizzano per un'intensità innovativa (misurata, in questo caso, in termini di quota di imprese innovative sul totale) superiore a quella riscontrata in altri settori quali i trasporti e la gestione di servizi idrici e di smaltimento dei rifiuti, confermando l'importanza dell'eterogeneità settoriale per spiegare le differenze osservabili, in termini di performance innovative, a livello micro, meso e macro.

---

<sup>9</sup> All'interno dell'aggregato "Attività innovative core" (Com.Reg. 995/2012) sono rappresentati i seguenti settori: attività estrattive (B); manifattura (C); utilities (D-E); servizi di vendita (46); trasporto e stoccaggio (H); informazione e comunicazione (J); attività finanziarie ed assicurative (K); attività di architettura ed ingegneria, collaudi ed analisi tecniche (71); ricerca e sviluppo (72); pubblicità e ricerche di mercato (73).

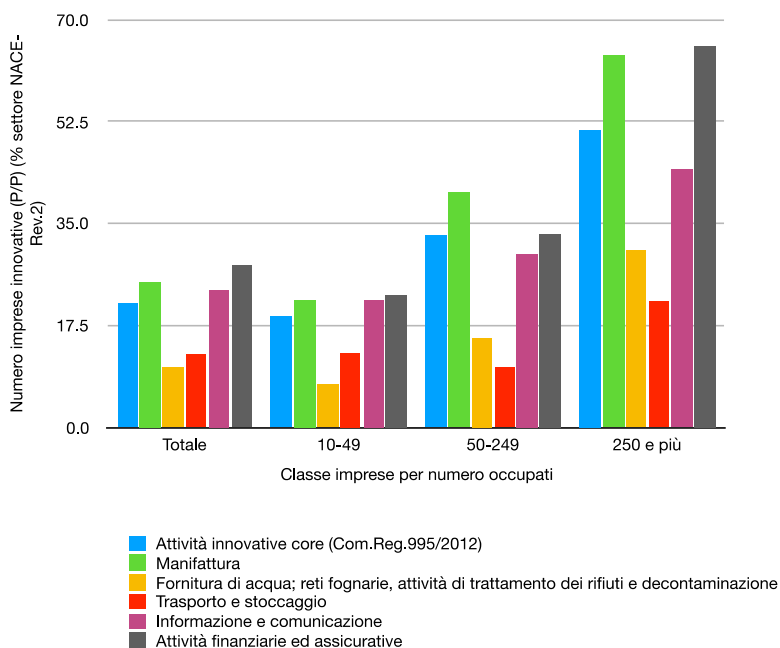
**Figura 23.** Numero di imprese italiane innovative (tutti i tipi di innovazione), % settore NACE-Rev.2 – anno 2016



Fonte: elaborazione CED su dati Community Innovation Survey (CIS) 2016

Circoscrivendo l'analisi descrittiva alle sole innovazioni di processo e prodotto, l'eterogeneità cresce sensibilmente con il *cluster* di imprese di piccole dimensioni che si connota per una frequenza di imprese innovative fortemente più contenuta rispetto a quella registrata tra le grandi imprese (Figura 24).

**Figura 24.** Numero di imprese italiane innovative (innovazione di processo e prodotto), % settore NACE-Rev.2 – anno 2016

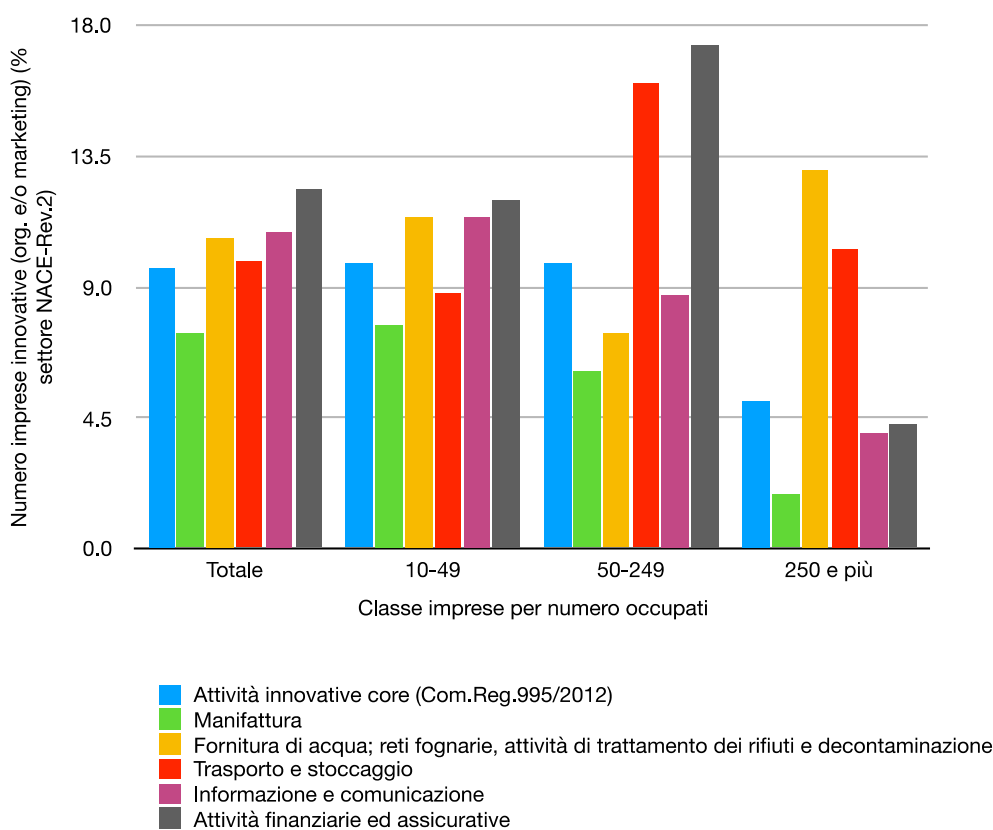


Fonte: elaborazione CED su dati Community Innovation Survey (CIS) 2016



Nel settore manifatturiero, ad esempio, la quota di piccole imprese che dichiarano di aver introdotto un'innovazione di processo o di prodotto si attesta attorno al 20%; tra le grandi imprese, al contrario, ha risposto positivamente alla stessa domanda una quota superiore al 60% delle imprese intervistate. È altresì interessante notare come la situazione si ribalti quando l'analisi si concentra, in via esclusiva, sull'innovazione organizzativa e il marketing (Figura 25). Queste ultime due tipologie di innovazione si caratterizzano, per loro stessa natura, per una minore necessità di grandi investimenti e di dotazioni infrastrutturali e sono dunque maggiormente trasversali tra le imprese<sup>10</sup>. Nello specifico, emerge come le percentuali più alte di imprese che dichiarano di aver introdotto innovazioni organizzative sono osservabili tra le piccole imprese mentre le medesime quote sono relativamente più contenute tra le medie e, in modo particolare, tra le grandi imprese. I settori ove tale tipologia di innovazione pare prevalere sono: attività finanziarie, ICT, servizi idrici e, in misura lievemente più contenuta, le attività innovative core.

**Figura 25.** Numero di imprese italiane innovative (innovazione organizzativa e/o marketing), % settore NACE-Rev.2 – anno 2016



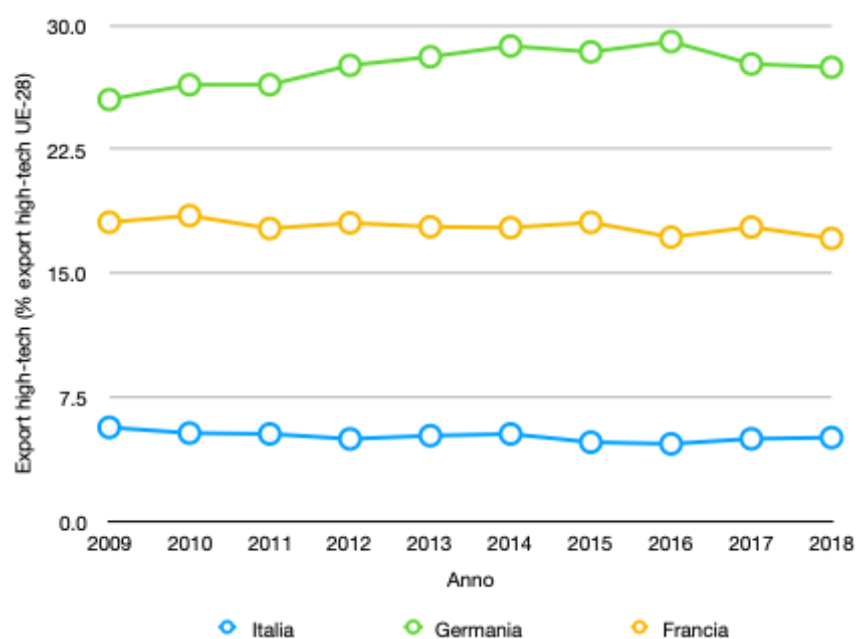
Fonte: elaborazione CED su dati Community Innovation Survey (CIS) 2016

<sup>10</sup> Come già argomentato, le innovazioni di prodotto e, ancor di più, quelle di processo rappresentano un'attività onerosa, dal punto di vista delle risorse interne di impresa che vengono chiamate in causa, che è più facile per le grandi imprese sostenere.

### 1.1.5. L'export di prodotti high-tech

La capacità di innovare (e di farlo in modo continuativo) è considerata una delle chiavi per accrescere le quote di mercato, in particolare a livello internazionale (Guarascio et al. 2016; Brancati et al. 2018). I mercati internazionali tendono, infatti, a caratterizzarsi per un'intensità competitiva maggiore rispetto a quelli domestici e il successo su tali mercati è in misura consistente spiegato dall'innovatività delle imprese. L'importanza dell'innovazione (e dei connessi investimenti finalizzati al miglioramento tecnologico e qualitativo dei prodotti offerti) quale motore delle esportazioni è riscontrabile sia trasversalmente (ovvero indipendentemente dalla categoria di prodotti o dal settore preso in considerazione) sia osservando, in termini strutturali, il peso delle esportazioni high-tech sul totale a livello di singola economia.

**Figura 26.** Esportazioni prodotti high-tech, % esportazioni high-tech UE28 – anni 2009-2018



Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

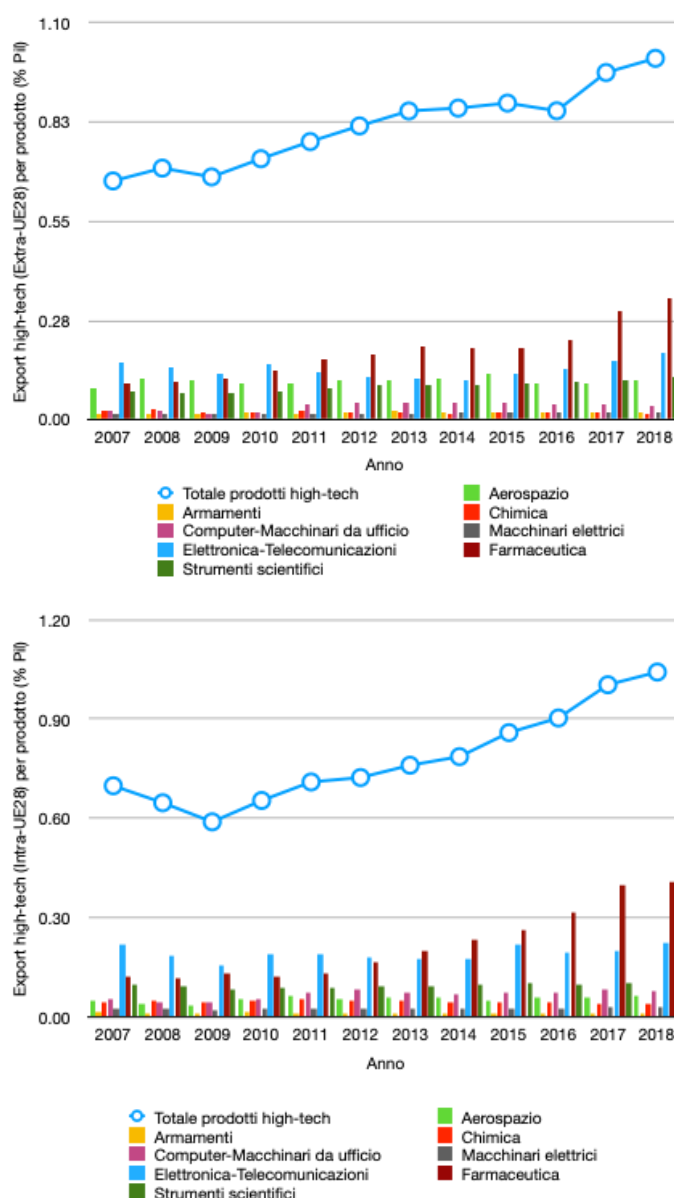
In ottica comparativa (Figura 26), si conferma la gerarchia europea mostrata in precedenza analizzando gli investimenti in R&S ed i brevetti. La Germania sopravanza in modo sostanziale la Francia e l'Italia per quanto riguarda il peso delle esportazioni ad alto contenuto tecnologico sul totale delle esportazioni high-tech dell'UE28 nel suo complesso. La Germania e la Francia, con un valore medio del peso dell'esportazioni high-tech nel periodo di riferimento pari, rispettivamente, al 27,5% e al 17,8%, mostrano una capacità di esportare e di innovare sensibilmente superiore a quella registrata in Italia, che registra invece un valore medio del peso sul totale UE28 decisamente inferiore e pari al 5,1%. Ciò potrebbe essere interpretato anche come una misura dell'autonomia tecnologica (o, di converso, di dipendenza tecnologica) delle diverse economie a livello internazionale.

La dinamica delle esportazioni e, in particolare, la capacità di esportare beni ad alta tecnologia riflette, come già asserito, la specializzazione produttiva delle diverse economie. L'analisi che segue si concentra, coerentemente con quanto fatto in precedenza, sull'Italia, la Francia e la Germania distinguendo tra mercati di sbocco intra ed extra-UE, e riportando il dato per le diverse categorie di prodotti high-tech. Per quanto concerne il caso italiano (Figura 27), è possibile osservare come l'esportazione di beni ad alta tecnologia costituisca una quota non irrilevante (e crescente nel corso del periodo considerato) del PIL del Paese. Ciò risulta essere vero sia per quanto riguarda le esportazioni in mercati UE sia per quelle rivolte ai mercati extra-

UE. Analizzando le diverse tipologie di beni ad alta tecnologia esportati dalle imprese italiane, è possibile affermare che a prevalere, in termini di composizione del paniere di beni esportati, siano i prodotti farmaceutici, l'elettronica, gli strumenti scientifici e i beni riconducibili all'industria aerospaziale.

In generale, pare esserci un certo equilibrio circa il peso del mercato UE e quello extra-UE, sia in termini quantitativi (quota sul PIL) sia di composizione. Il legame tra il dato dell'export e le caratteristiche della specializzazione produttiva delle economie è chiaramente visibile se si confronta il dato italiano a quello francese e a quello tedesco. La Francia (Figura 28), anche in questo caso a prescindere dal mercato di sbocco preso in considerazione, si caratterizza per un peso significativo dei beni riconducibili al settore aerospazio e, in seconda battuta, di quelli riferibili ai settori dell'elettronica e degli strumenti scientifici<sup>11</sup>.

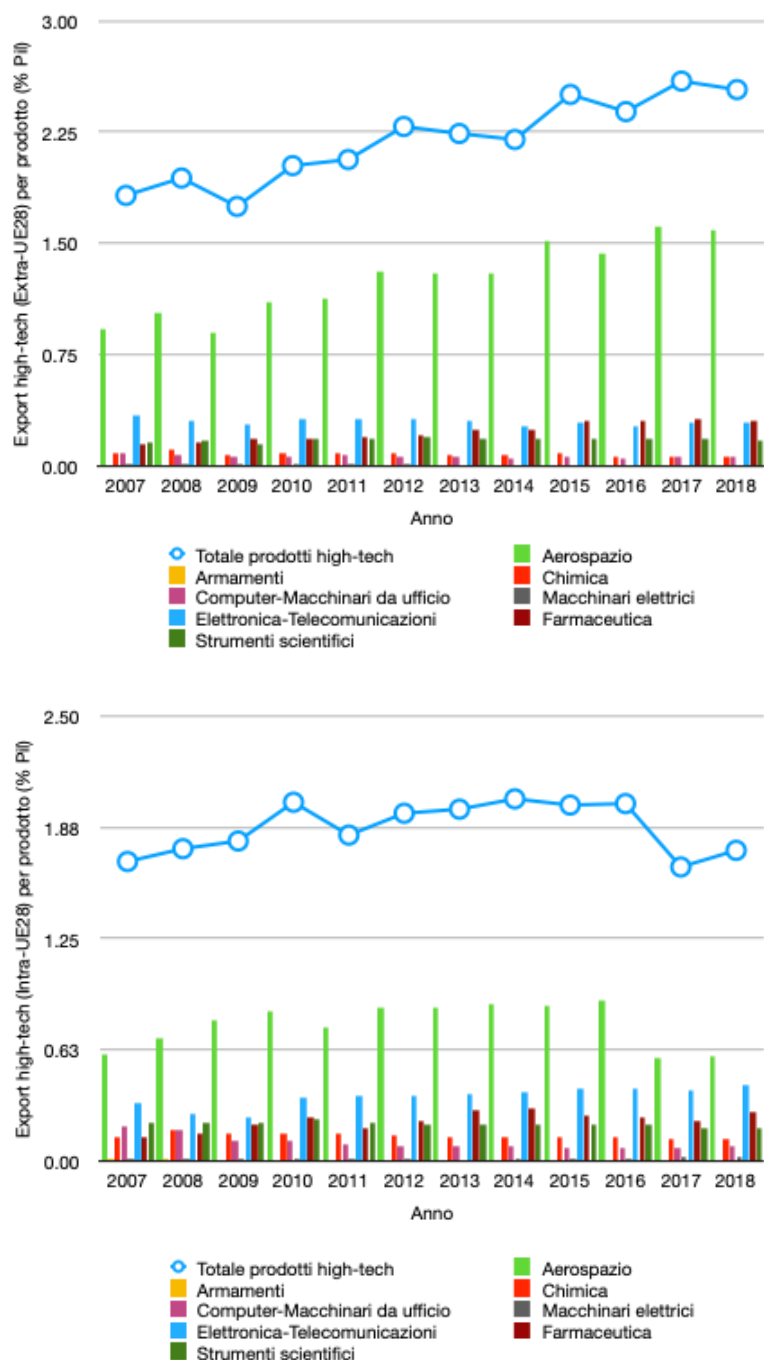
**Figura 27.** Esportazioni (Extra e Intra-UE28) prodotti high-tech % PIL, Italia – anni 2007-2018



Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

<sup>11</sup> Il dato francese sul peso dell'export nel settore Aerospazio è influenzato dal fatto che assemblaggio e vendite degli aeromobili di Airbus vengono generalmente effettuati in Francia, dove tuttavia si realizza solo una parte del valore aggiunto della produzione aerospaziale di Airbus.

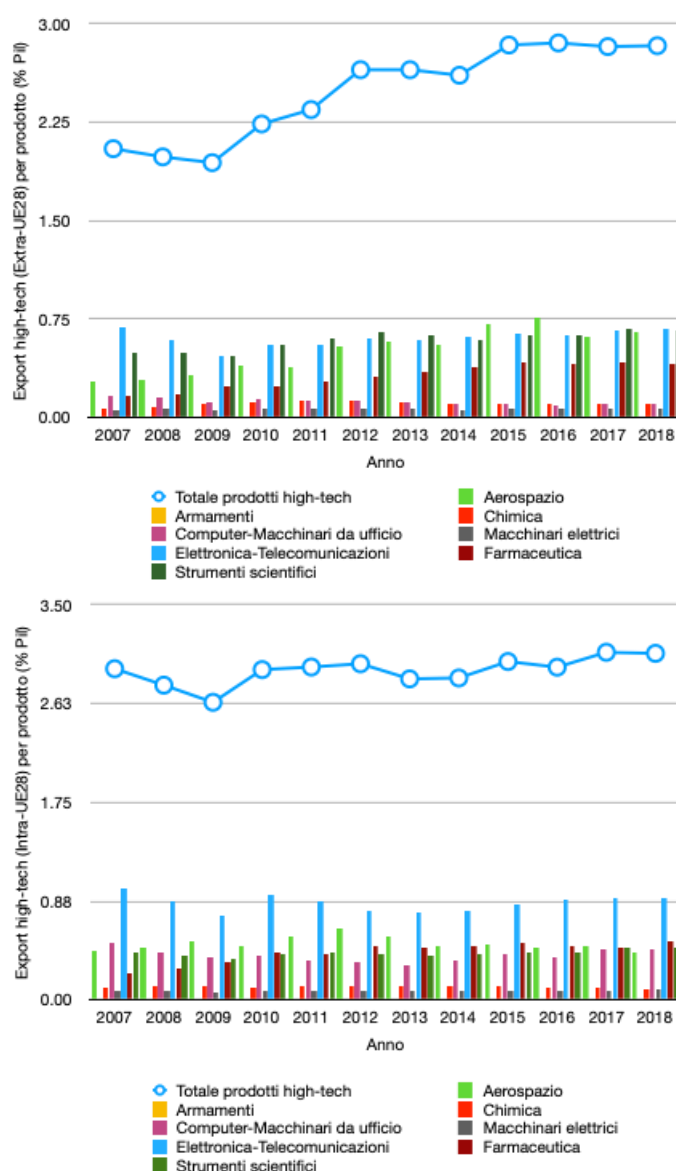
**Figura 28.** Esportazioni (Extra e Intra-UE28) prodotti high-tech % PIL, Francia – anni 2007-2018



Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

Rispetto all'Italia, inoltre, la Francia mostra un peso crescente delle esportazioni high-tech sul PIL, per quanto riguarda le esportazioni extra-UE, e una dinamica relativamente stabile, a tratti decrescente, relativamente alla vendita nei mercati europei. Per la Germania (Figura 29), infine, le esportazioni di beni ad alta tecnologia rappresentano una quota più elevata rispetto alla Francia e, in particolare, all'Italia. Il peso delle esportazioni tedesche di beni high-tech cresce in modo sostanziale, soprattutto per ciò che concerne i mercati extra-UE. In termini di composizione, tendono a prevalere le esportazioni di beni legati al settore aerospazio, a quello dell'elettronica e a quello degli strumenti scientifici.

**Figura 29.** Esportazioni (Extra e Intra-UE28) prodotti high-tech % PIL, Germania – anni 2007-2018



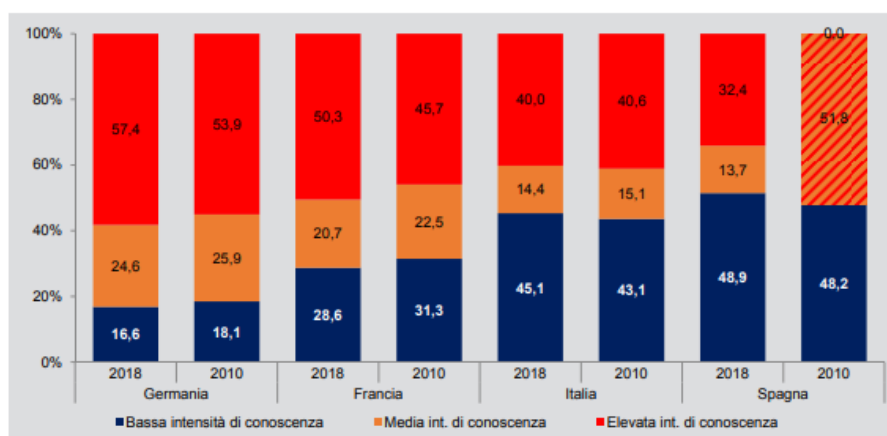
Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

Un canale sempre più rilevante per la generazione e l'implementazione di innovazioni tecnologiche è quello dei servizi di tipo commerciale. Questi ultimi (si pensi, ad esempio, ai servizi connessi al marketing o a quelli di supporto all'internazionalizzazione e all'innovazione) contribuiscono in misura crescente alla creazione di valore aggiunto per le imprese<sup>12</sup>. L'importanza di tale tipologia di servizi prescinde dal

<sup>12</sup> I canali attraverso cui i servizi connessi alle attività di marketing e di internazionalizzazione possono contribuire alla generazione di innovazioni tecnologiche sono molteplici. Per ciò che concerne il marketing, l'adozione di strumenti e piattaforme digitali finalizzate al coinvolgimento diretto dei clienti (o, più in generale, del pubblico potenzialmente interessato ai beni ed ai servizi connessi al piano di marketing e inclini a fornire informazioni utili al miglioramento della qualità degli stessi) può costituire un incentivo per la digitalizzazione, finalizzata in questo caso a massimizzare i benefici del marketing digitale, degli altri processi interni all'azienda. Anche nel caso dell'internazionalizzazione e, relativamente a quest'ultima, ai servizi connessi all'esternalizzazione o all'outsourcing di fasi del processo produttivo, è sempre più diffuso l'uso di piattaforme digitali e/o di strumenti tesi alla gestione centralizzata delle catene del valore. L'internazionalizzazione effettuata mediante l'ausilio di questo tipo di servizi può dunque favorire un più generalizzato processo di digitalizzazione dei processi interni all'azienda con potenziali ricadute positive sulla complessiva propensione all'innovazione dell'impresa.

segmento della manifattura e dei servizi stessi che si intende prendere in esame<sup>13</sup>. Inoltre, tali servizi costituiscono una rilevante base per la diffusione e la generazione di innovazioni tecnologiche nonché per la facilitazione della cooperazione tra imprese. Una cooperazione che, a sua volta, può tradursi in *spillover* tecnologici e di conoscenza capaci di favorire ulteriormente il processo innovativo. Proponendo una comparazione analoga a quella portata avanti in questa sede, ISTAT (2019) ha recentemente analizzato l'evoluzione dell'export dei servizi commerciali appena menzionati ponendo l'accento sull'intensità di conoscenza degli stessi. La Figura 30 mostra l'evoluzione della composizione dell'export di servizi commerciali distinguendoli per intensità di conoscenza "incorporata": alta, media e bassa.

**Figura 30.** Evoluzione dell'export di servizi commerciali distinti per intensità di conoscenza Francia, Germania, Italia e Spagna – anni 2010 e 2018



Fonte: Elaborazioni su dati Eurostat  
 (a) "Bassa intensità di conoscenza": viaggi, lavorazioni conto terzi e servizi personali; "Media intensità di conoscenza": servizi legati alle costruzioni, servizi di manutenzione e riparazione, i servizi di trasporto. "Alta intensità di conoscenza": servizi finanziari e assicurativi, informatici, telecomunicazione e dell'informazione, proventi dell'uso della proprietà intellettuale, altri servizi alle imprese (ricerca e sviluppo, servizi tecnici e ingegneristici, servizi professionali e commerciali).

Fonte: ISTAT – Rapporto sulla competitività 2019

I dati forniti da ISTAT (2019) evidenziano, nuovamente, una netta gerarchizzazione a livello europeo. La Germania e, in misura leggermente meno intensa, la Francia vedono un peso relativo pari o superiore al 70% di servizi ad alta e media intensità di conoscenza<sup>14</sup>, mentre l'Italia e la Spagna si caratterizzano, nel 2018, per una quota pari, rispettivamente, al 45 e al 48% relativamente all'esportazione di servizi commerciali a bassa intensità di conoscenza (coerentemente con quanto precedentemente evidenziato in Figura 9). Questo dato è speculare alla debolezza dell'Italia, in termini di capacità e di sforzi profusi in attività di tipo innovativo, già mostrata in precedenza comparando le performance con quelle di Francia e Germania. Invero, la quota contenuta di esportazioni di servizi ad alta conoscenza si associa ad una specializzazione produttiva dell'Italia che vede un ruolo importante, seppur relativamente circoscritto in termini dimensionali, delle produzioni ad alto contenuto tecnologico. La sezione che segue propone un approfondimento analizzando, mediante una disamina di diverse fonti, il peso del comparto high-tech nell'economia italiana sia in termini di valore aggiunto che di occupati.

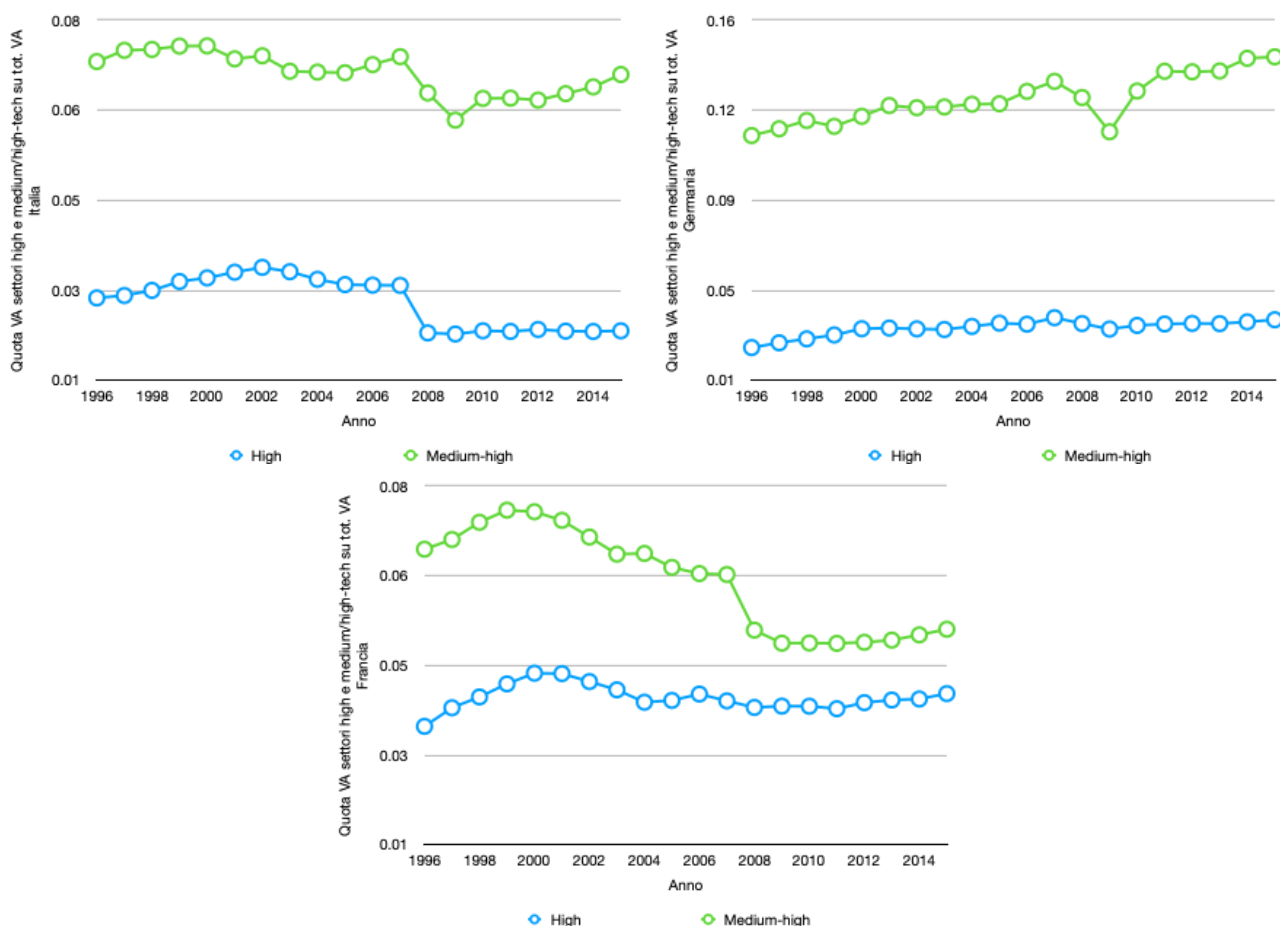
<sup>13</sup> Invero, la crescente e trasversale rilevanza di questo tipo di servizi è una delle ragioni per cui i 'confini' tra la manifattura ed i servizi stessi stanno diventando rarefatti.

<sup>14</sup> Tra i servizi a media intensità ci sono i servizi di trasporto, quelli di manutenzione e di supporto alle attività costruttive ed edili, mentre tra quelli ad alta intensità è possibile annoverare i servizi finanziari e assicurativi, quelli legati alla proprietà intellettuale, quelli connessi alla digitalizzazione ed alle tecnologie della comunicazione.

### 1.1.6. Il peso del comparto high-tech nell'economia italiana in termini di valore aggiunto e quota occupati

L'analisi descrittiva prosegue riportando alcune elaborazioni effettuate su dati OCSE riguardanti il peso, in termini di valore aggiunto, dei diversi settori produttivi italiani distinti per alta e medio-alta tecnologia in base all'intensità della performance in R&S<sup>15</sup>.

**Figura 31.** Quota valore aggiunto settori ad alta e medio-alta tecnologia Italia, Germania e Francia per intensità di R&S sul valore aggiunto totale – anni 1996-2015



Fonte: elaborazione CED su dati OCSE

È possibile osservare (Figura 31), come in Italia la produzione ad alta tecnologia incida in misura relativamente limitata, con una dinamica sostanzialmente stabile nel corso del periodo temporale preso in considerazione, e con valori che si attestano nel periodo pre e post-crisi del 2007, rispettivamente, intorno al 3% e al 2% del valore aggiunto complessivo. I settori a medio-alta tecnologia (all'interno dei quali troviamo la maggior parte dei settori manifatturieri) risultano avere un peso relativamente più consistente, con un valore che oscilla attorno al 7% del valore aggiunto, con una riduzione, di nuovo, registrata in seguito alla

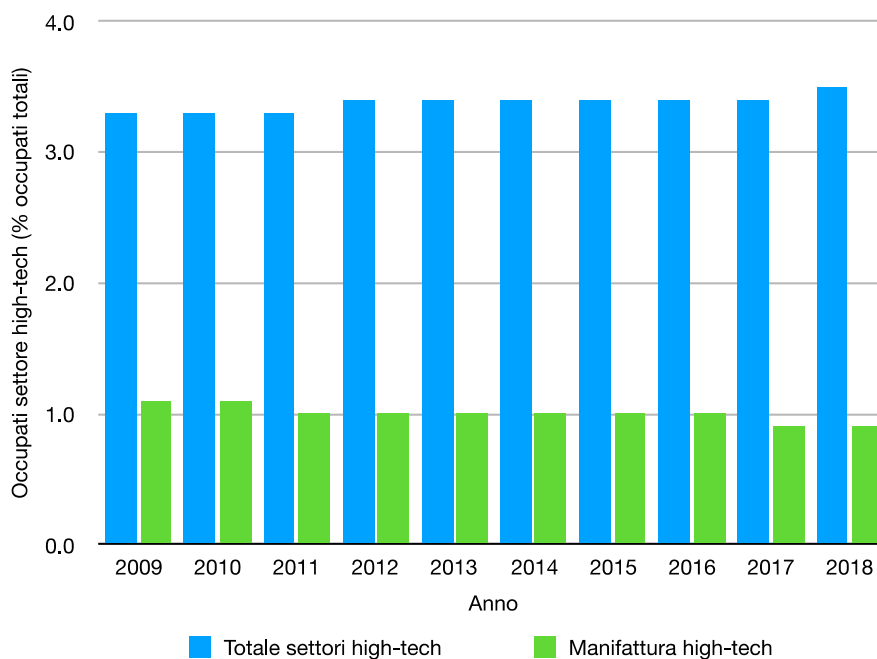
<sup>15</sup> Si tratta di una tassonomia recentemente proposta da OCSE (Galindo-Rueda e Verger, 2016) in base alla classificazione delle industrie ISIC-Rev.4. Per una descrizione dettagliata dei settori rientranti nelle diverse classi della suddetta tassonomia si veda la Sezione del presente Rapporto dedicata all'analisi econometrica dell'effetto che un aumento del valore aggiunto nei settori high-tech provoca sul valore aggiunto totale di 15 Paesi OCSE.

crisi del 2007. Tuttavia, in termini dinamici, è rilevante sottolineare la crescita, registrata nel periodo 2010-2015, della quota di valore aggiunto attribuibile al manifatturiero a medio-alta tecnologia.

La Figura 31 mostra come l'Italia, per quanto riguarda il peso dei settori ad alta tecnologia, si attesti su valori più bassi rispetto a quelli registrati in Germania e Francia che registrano nel 2015 una quota di valore aggiunto attribuibile al comparto high-tech pari al doppio di quella italiana. Inoltre, per quanto riguarda il peso del valore aggiunto nei settori a medio-alta tecnologia, la Germania registra valori più alti (tra il 12 e il 14% nel periodo considerato) con una dinamica crescente, mentre la Francia mostra valori di partenza vicini a quelli italiani (circa il 7%), e crescenti nel periodo 1995-2000, per poi registrare una progressiva riduzione che va a stabilizzarsi nel periodo post-crisi (2008-2014) con lievi segnali di ulteriore ripresa alla fine del periodo di analisi.

Dal punto di vista occupazionale, i dati OCSE (Figura 32) mostrano come l'insieme dei settori high-tech rappresentino una quota relativamente circoscritta rispetto al complesso dell'occupazione. Un peso ancora più contenuto è quello relativo alla sola manifattura ad alta tecnologia che, similmente a quanto mostrato in precedenza, si attesta su un valore prossimo all'1% dell'occupazione. La quota occupazionale del totale dei settori ad alta tecnologia tende a rimanere stabile nel corso dell'orizzonte temporale analizzato. In linea con la generalizzata tendenza alla contrazione messa in luce in Figura 1, invece, il manifatturiero ad alta tecnologia segnala, a partire dal 2016, una riduzione della quota relativa.

**Figura 32.** Peso occupati settori high-tech Italia, % occupati totali – anni 2009-2018

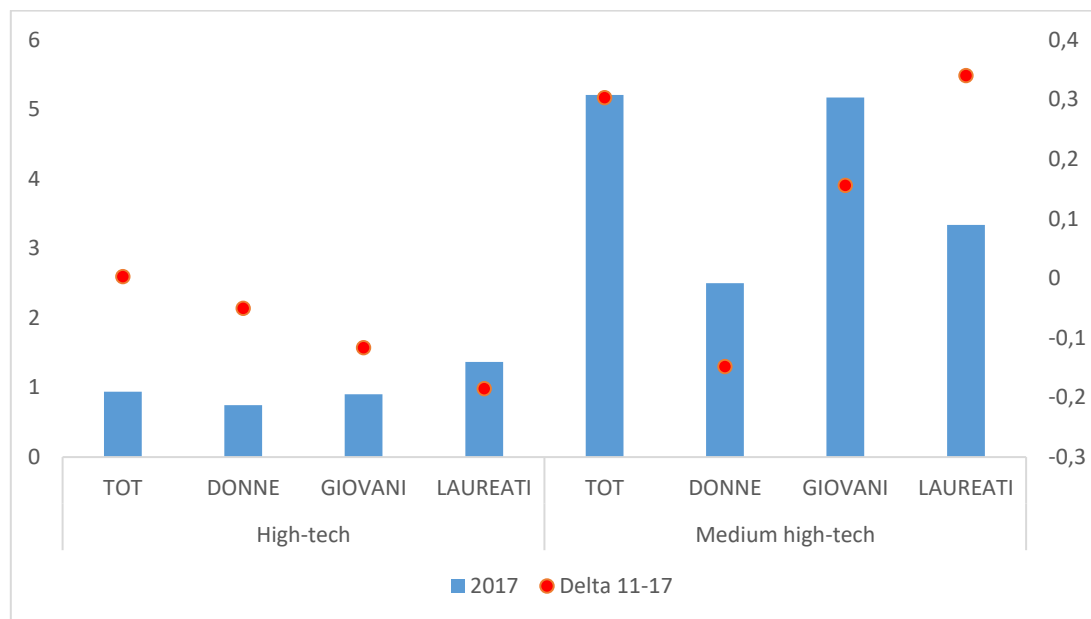


Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

Si prosegue quindi ad un'analisi dei segmenti manifatturieri ad alta ed a medio-alta tecnologia con riferimento all'evoluzione delle rispettive strutture occupazionali e guardando al genere, all'età ed al titolo di studio degli occupati.



**Figura 33.** Evoluzione della struttura occupazionale Settori ad alta e a medio-alta tecnologia (manifatturiero). Italia, % occupati totali 2017 (asse sx) e variazione delle quote percentuali (2011-2017)



Fonte: elaborazione CED su dati ISTAT. Le disaggregazioni per genere, età e titolo di studio (laurea) sono calcolate come rapporto tra l'occupazione di una specifica componente, ad esempio le donne, nel settore high-tech o medium high-tech ed il totale dell'occupazione registrata per la stessa componente nell'anno di riferimento.

Come mostrato in Figura 33, il comparto ad alta tecnologia si contraddistingue per un peso contenuto sul totale dell'occupazione italiana, tuttavia è leggermente superiore se si guarda solo agli occupati laureati. Guardando alla dinamica per genere, età e titolo di studio è possibile osservare come il settore high-tech fornisca, nel periodo di riferimento, un contributo stabile o in leggera riduzione per quanto riguarda l'occupazione femminile. Durante lo stesso periodo, tuttavia, il contributo del settore high-tech all'occupazione di giovani e laureati pare contrarsi. Più forte è, invece, il peso occupazionale complessivo del manifatturiero a medio-alta tecnologia. Un peso che, nel periodo di osservazione, vede un lieve incremento. I settori a medio-alta tecnologia accrescono, inoltre, il loro contributo relativo alla crescita dell'occupazione giovanile e dei laureati; mentre si registra una contrazione della quota di donne occupate nei medesimi settori.

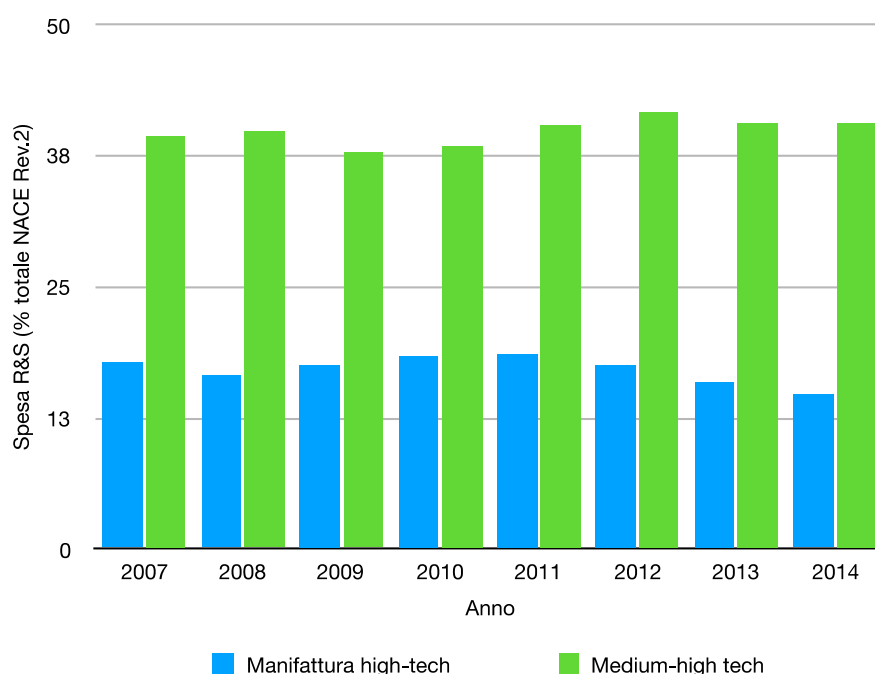
### 1.1.7. Il peso del comparto high-tech nell'economia italiana in termini di investimenti in R&S e personale addetto alla ricerca

I settori ad alta tecnologia vedono una preminenza delle strategie competitive basate sull'innovazione tecnologica (di processo e di prodotto) e su quella organizzativa. Le imprese operanti in questi settori, dunque, tendono ad utilizzare in via prevalente input innovativi (ed alte competenze) per produrre i loro beni ed i loro servizi. Anche all'interno del comparto definito ad alta (o a medio-alta tecnologia), tuttavia, è possibile osservare un significativo grado di eterogeneità. Si pensi, ad esempio, alle differenze tra le imprese innovative operanti in segmenti del manifatturiero quali l'automotive, la meccanica o l'aerospazio – ove l'innovazione tende ad associarsi a ingenti investimenti in capitale fisico, a strutture organizzative caratterizzate da medio-alti gradi di formalizzazione e standardizzazione delle procedure – e quelle attive in segmenti come l'ICT, i servizi di rete o la pubblicità, comparti ove spesso l'innovazione assume le forme

dematerializzate di un algoritmo o di un software e le strutture organizzative e del lavoro si contraddistinguono per un'elevata flessibilità ed una scarsa formalizzazione. In termini generali, le imprese ed i settori che popolano gli aggregati statisticamente definiti ad alta ed a medio-alta tecnologia costituiscono una componente nevralgica delle economie poiché, a prescindere dal peso che tali aggregati hanno dal punto di vista occupazionale e del valore aggiunto, alimentano la base tecnologica e di conoscenza delle stesse economie rendendo possibile l'assorbimento, la diffusione e la generazione dei nuovi processi e dei nuovi prodotti.

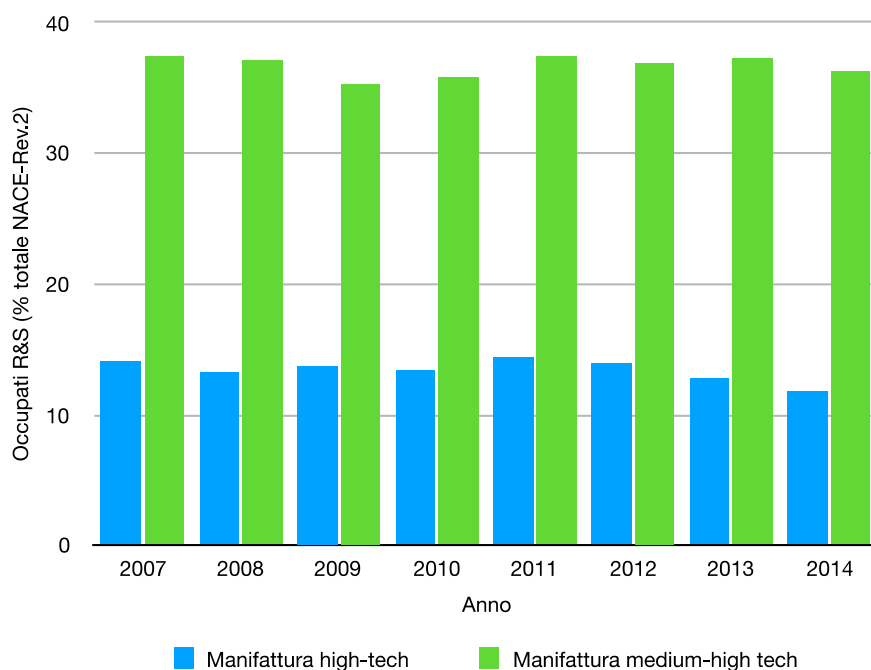
La Figura 34 mette in luce il rilevante contributo dei settori manifatturieri a medio-alta tecnologia e, in misura più contenuta, di quelli ad alta tecnologia alla spesa in R&S complessivamente registrata in Italia per il totale dei settori produttivi (NACE-Rev. 2). Confermando quanto appena evidenziato, i settori ad alta e medio-alta tecnologia costituiscono il luogo ove una quota preminente dell'innovazione tecnologica (e delle attività propedeutiche alla realizzazione della stessa) viene generata. Ciò ovviamente non significa che gli altri settori dell'economia non utilizzino innovazioni e non abbiano nell'innovazione una componente chiave della loro strategia di sviluppo. I settori ad alta e medio-alta tecnologia, tuttavia, si configurano come 'vettori dell'innovazione' ovvero segmenti dell'economia che forniscono input innovativi (sotto forma di beni intermedi e/o finali, brevetti e licenze, servizi di supporto alla trasformazione dei processi e dei prodotti delle altre imprese, etc.) al resto del sistema economico potendo essere considerati, in una certa misura, il nerbo tecnologico dello stesso. Guardando agli investimenti in R&S, è possibile osservare come i settori relativi alla manifattura ad alta e medio-alta tecnologia, pur avendo un peso limitato nell'economia in termini di valore aggiunto e occupazione, contribuiscano, rispettivamente, per una quota che si attesta attorno al 17 % e al 40% della spesa complessiva in R&S relativa al totale dei settori produttivi italiani.

**Figura 34.** Peso spesa R&S manifattura ad alta e medio-alta tecnologia Italia, % spesa R&S totale settori NACE-Rev.2 – anni 2007-2014



Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

**Figura 35.** Peso occupati R&S manifattura ad alta e medio-alta tecnologia Italia, % occupati R&S totale settori NACE-Rev.2 – anni 2007-2014

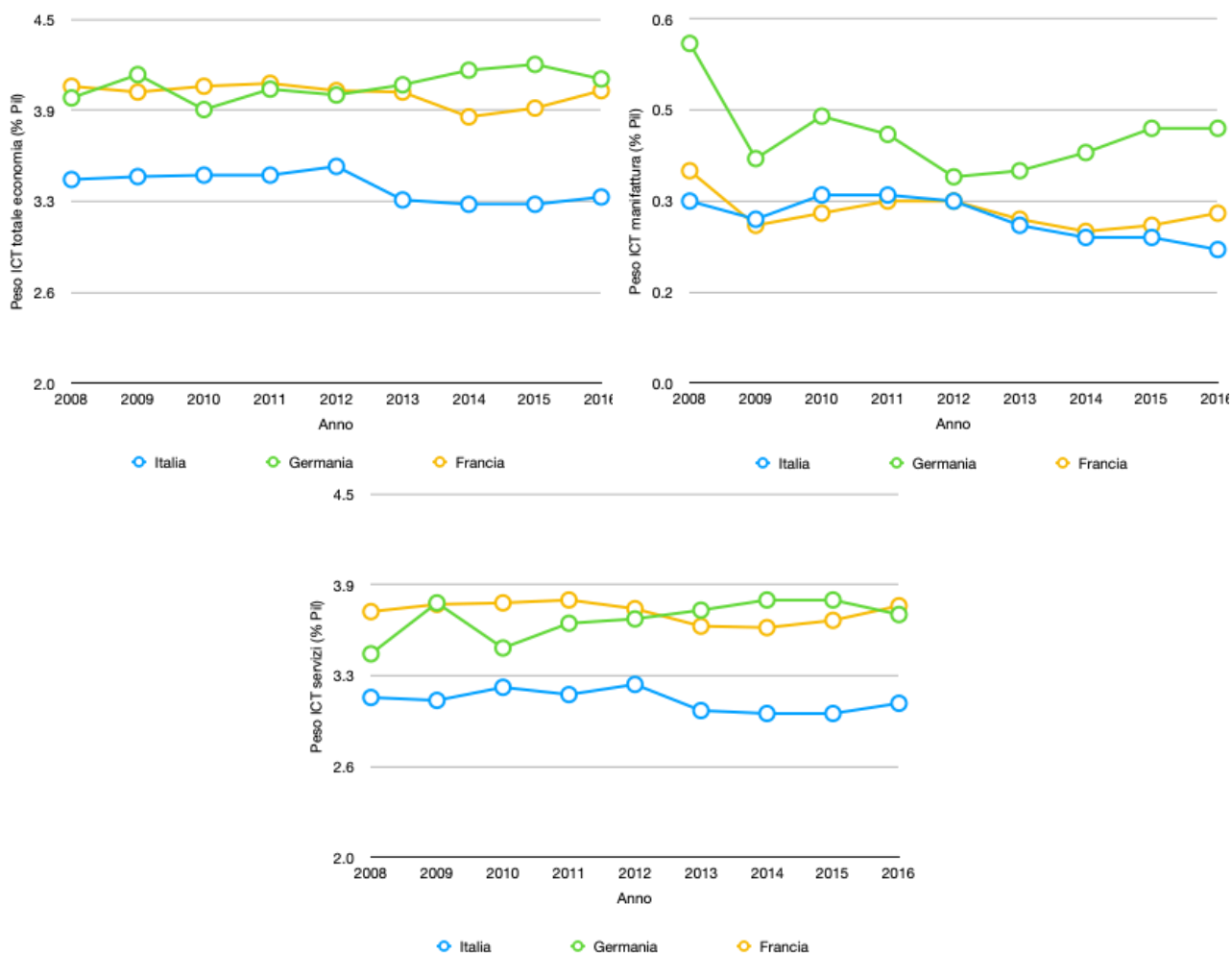


Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

Una performance analoga a quella osservata analizzando i dati relativi alla spesa in R&S è registrabile riguardo al contributo dei settori manifatturieri ad alta e medio-alta tecnologia in termini di numero di addetti impiegati in attività connesse alla R&S (Figura 35). Sebbene il periodo rispetto al quale EUROSTAT fornisce questo dato coincida con la fase di recessione che ha colpito l'economia italiana, è interessante notare come, nel corso dell'intera fase, il peso degli occupati in R&S, e riconducibili ai settori ad alta tecnologia e medio-alta tecnologia, presenti una certa resilienza in termini di relativa stabilità del trend per il periodo osservato (seppure con una lieve riduzione per quanto riguarda la quota relativa alla manifattura high-tech nel periodo 2012-2014). Tale dinamica, certamente più pronunciata nella manifattura a medio-alta tecnologia, è riconducibile a due distinti fenomeni: da un lato, la crescita del numeratore (il numero di occupati dei settori ad alta tecnologia coinvolti in attività di R&S), dall'altro, la relativa crescita del denominatore (l'aumento dell'occupazione relativa alle attività di R&S per il totale dei settori NACE-Rev.2, come mostrato in Figura 12). In altri termini, si conferma quanto mostrato in precedenti studi (si veda, ad esempio, Lucchese et al. 2016; Brancati et al. 2018) sugli effetti provocati dalla crisi sull'economia italiana, che hanno evidenziato una resilienza significativamente più pronunciata delle imprese innovative, rispetto al resto delle imprese, nel sopportare la crisi. Una resilienza che si è altresì trasformata nella capacità di alcune tra le imprese maggiormente innovative di sfruttare la crisi stessa al fine innescare processi di ristrutturazione virtuosi forieri di crescita ed acquisizione di nuove quote di mercato.

L'attuale fase di trasformazione tecnologica vede nella *digitalizzazione* (dei processi, dei prodotti, delle prassi organizzative e delle modalità di comunicazione) il motore fondamentale per consolidare posizioni economiche ed acquisirne di nuove. Il processo di digitalizzazione si caratterizza per una duplice natura. Da un lato, grandi opportunità associate alla creazione di nuova ricchezza e maggior benessere, attraverso i guadagni di produttività; al soddisfacimento di nuovi bisogni, mediante l'introduzione di nuovi prodotti; ed alla maggiore efficienza dei processi produttivi, grazie all'implementazione delle innovazioni di processo. Dall'altro lato, come già Joseph Schumpeter (1942) paventava, ogni "salto tecnologico" costituisce una sfida alla sostenibilità sociale del sistema economico.

**Figura 36.** Peso settori ICT, totale, manifattura e servizi, % Pil– anni 2008-2016



Fonte: elaborazione CED su dati EUROSTAT

In particolare, il potere di mercato di cui godono gli agenti economici che per primi beneficiano delle nuove tecnologie e la distruzione di posti di lavoro associata all'introduzione dei nuovi processi, così come i cambiamenti qualitativi che le prestazioni lavorative possono subire, costituiscono forze di potenziale destabilizzazione del sistema legate alla diffusione delle più recenti tecnologie digitali. Le principali preoccupazioni attengono agli effetti negativi che digitalizzazione e, associata a quest'ultima, l'automazione possono avere sulla quantità e la qualità dell'occupazione (si vedano, su questo tema, Mèda, 2016 e De Stefano, 2016). Mettendo a confronto l'economia italiana con quella francese e tedesca con riferimento al peso dei settori ICT (in termini di % del Pil) è possibile notare, nuovamente, una certa arretratezza della prima rispetto alle seconde (Figura 36). Al contrario, quando l'analisi è circoscritta alla manifattura, Italia e Francia paiono essere appaiate mentre la Germania si caratterizza ancora per valori significativamente superiori. Il divario è altresì confermato se si osserva al settore dei servizi.

Rispetto alle considerazioni precedenti circa le opportunità ed i rischi connessi all'attuale fase di digitalizzazione dell'economia, l'Italia sembra essere dunque esposta a due diversi tipi di rischio. Come le altre economie globali, l'economia italiana (e, in particolare, i segmenti più fragili del sistema delle imprese e della struttura occupazionale) sono esposti ai rischi legati alla natura bifronte, 'creatrice' e 'distruttrice', della tecnologia. La minimizzazione di tali rischi, ad esempio di quelli occupazionali, passa attraverso l'efficace funzionamento di *meccanismi compensativi* (i.e. la crescita di nuovi settori o l'incremento della domanda rivolta ai nuovi prodotti a compensare l'obsolescenza di quelli già presenti sul mercato) in grado

di ridurre o annullare l'iniziale 'spiazzamento' che i nuovi processi (i.e. macchine a ridurre la necessità di impiegare lavoro) ed i nuovi prodotti (espulsione dal mercato dei soggetti economici non in grado di innovare ed innovarsi) possono determinare. In questo senso, l'ampliamento del peso dei settori ad alta tecnologia e, più in generale, la maggiore diffusione di pratiche innovative all'interno delle imprese risulta essere un passaggio chiave affinché la trasformazione tecnologica in corso costituisca un'opportunità di rilancio della dinamica economica nel nostro Paese. Le evidenze qui riportate mostrano infatti come i settori a più alta tecnologia contribuiscano in modo decisivo alla spesa complessiva in R&S realizzata in Italia e svolgano un ruolo significativo dal punto di vista occupazionale, del valore aggiunto e dell'apporto alle esportazioni, alimentando la base tecnologica e di conoscenza dell'economia e rendendo possibile l'assorbimento, la diffusione e la generazione dei nuovi processi e dei nuovi prodotti.

## 2. Valutazione dell'impatto dei settori ad alto contenuto tecnologico sull'economia italiana

Le evidenze empiriche sin qui fornite, suggeriscono la rilevanza e l'opportunità, per un'economia industrialmente avanzata come quella italiana, di adottare una strategia competitiva volta al potenziamento di settori ad alto contenuto tecnologico, caratterizzati da una maggiore intensità degli investimenti in attività di innovazione e R&S in grado di generare, a loro volta, effetti moltiplicativi relativamente più alti sull'intera economia rispetto ad altri tipi di investimento.

In questa prospettiva, la presente Sezione del Rapporto fornisce una sintesi della letteratura empirica che ha inteso valutare l'impatto economico dei settori ad alta tecnologia sul valore aggiunto, l'occupazione e, più in generale, sulle performance dell'ambiente economico in cui operano. Al fine di fornire una prima panoramica delle valutazioni empiriche sin qui effettuate circa l'impatto che tali settori hanno sulla dinamica dell'economia italiana, sono stati selezionati alcuni contributi specifici che vanno ad indagare la rilevanza di: i) investimenti strategici in infrastrutture legate alle attività di R&S; ii) il contributo di specifici comparti particolarmente rilevanti per l'intensità del contenuto tecnologico e degli investimenti in attività di R&S che li caratterizza quali Aerospazio, Difesa e Sicurezza (AD&S).

Per quanto riguarda il primo punto, Giffoni et al. (2018) hanno proposto una rassegna dettagliata degli approcci metodologici utilizzati in letteratura per analizzare l'impatto socio-economico degli investimenti pubblici in infrastrutture legate alle attività di R&S. I principali approcci individuati nello studio sono sei e riguardano: i) la valutazione degli effetti socio-economici basata sui moltiplicatori di impatto (*impact multipliers assessment*) a partire da modelli di tipo Input-Output (I-O) *à-la-Leontief*; ii) l'approccio basato sull'uso dello strumento analitico noto come *funzione di produzione della conoscenza* (*knowledge production function*); iii) l'analisi costi/benefici (*Cost-Benefit Analysis*); iv) gli approcci multi-metodo con indicatori parziali multipli (*multi-method approach*); v) gli approcci basati su specifiche teorie (*theory-based*); vi) la valutazione mediante l'analisi e la comparazione di diversi casi studio.

### BOX 1: Le metodologie per la valutazione di impatto delle politiche pubbliche

**Modelli Input-Output (I-O):** sono finalizzati alla misura ed all'analisi delle relazioni economiche, dirette ed indirette, che intercorrono tra le entità che compongono il modello stesso (generalmente si tratta di settori, attività economiche o aree territoriali). Una delle finalità principali dei modelli I-O è quella di stimare, tenendo conto delle relazioni che intercorrono tra i diversi reparti delle economie, gli effetti di determinate decisioni di politica economica.

Lo strumento analitico su cui i modelli I-O sono basati è la tavola Input – Output, una matrice a doppia entrata costituita da tre sottomatrici. La sottomatrice branche – branche (definita tavola degli impieghi intermedi) riporta i flussi intermedi tra le varie branche di produzione, prima che l'output finale sia reso disponibile per il consumo o l'investimento. La sottomatrice branche – fattori di produzione (tavola degli impieghi primari e delle risorse) riporta invece i redditi destinati a remunerare i fattori della produzione. La sottomatrice branche – impieghi finali, (tavola degli impieghi finali) contiene i flussi finali relativi all'incrocio tra branche e domanda finale.

**Analisi Costi Benefici (ACB):** è una tecnica di valutazione finalizzata a fornire una valutazione quantitativa della bontà o della convenienza relativa di programmi ed investimenti. In termini quantitativi, l'obiettivo è quello di determinare se, per il soggetto che lo pone in essere il programma o l'investimento

analizzato determini l'insorgere di un beneficio o di un costo netto. Si tratta di un comune strumento di supporto all'analisi, alla valutazione ed ai processi decisionali posti in essere dagli operatori pubblici e privati ed inerenti i progetti di investimento. I valori utilizzati per effettuare la ACB vengono aggiornati per tenere conto del rischio rappresentato dagli eventi incerti capaci di incidere sull'entità dei costi e dei benefici e che possono verificarsi nel corso del ciclo di vita dell'investimento. Il beneficio-netto complessivo stimato attraverso la ACB costituisce dunque una misura della desiderabilità relativa dell'investimento.

**Knowledge Production Function (KPF):** i metodi di analisi quantitativi che si basano sulla 'knowledge production function' (KPF) sono finalizzati a stimare econometricamente l'impatto che possono avere sulla performance e, in particolare, sulla produttività e la crescita delle organizzazioni le componenti del capitale innovativo, sia di natura materiale sia di natura immateriale. La KPF costituisce uno strumento altamente flessibile che consente di stimare in modo quantitativamente robusto il contributo relativo dell'innovazione alla performance delle imprese tenendo simultaneamente conto della moltitudine di fattori di domanda e di offerta capaci di influenzare tale relazione. Gli sviluppi della letteratura empirica basata sull'uso della KPF hanno visto l'introduzione di modelli di natura simultanea a più equazione che consentono di analizzare, in modo sequenziale, l'introduzione del capitale innovativo e la relazione tra quest'ultimo e la performance dell'impresa.

**Analisi multimetodo (MMA):** è un approccio interdisciplinare teso a combinare approcci quantitativi di natura statistico-inferenziale e qualitativi (*focus group*, interviste in profondità, etc.). La MMA prevede la definizione ex-ante di un modello teorico a partire dal quale le domande di ricerca oggetto d'analisi vengono investigate sfruttando le potenzialità dei metodi quantitativi e qualitativi adottati e le sinergie possibili tra gli stessi. L'analisi MMA è uno strumento di particolare utilità quando i fenomeni oggetto d'indagine si caratterizzano per elementi di complessità difficilmente misurabili e in goni caso difficili da cogliere con gli strumenti quantitativi tradizionalmente utilizzati.

**Approccio Theory-Based:** gli approcci alla valutazione theory-based utilizzano una teoria esplicita del cambiamento per trarre conclusioni su se e come un programma o un intervento ha contribuito ai risultati osservati. Gli approcci theory-based si caratterizzano per un'esplicita "logica di indagine" che discende dagli assunti e dalla ipotesi della teoria prescelta per condurre l'esercizio di valutazione. Questo tipo di approcci possono essere utilizzati in combinazione con la maggior parte delle prassi empiriche (raccolta dati e stima) tese a valutare progetti, programmi ed investimenti. La valutazione basata sulla teoria è un approccio alla valutazione (cioè, un modello analitico concettuale) e non un metodo o una tecnica specifica. La teoria è tesa a definire la sequenza logica attesa di eventi e risultati (output, risultati immediati, risultati intermedi e finali) nonché gli effetti attesi dell'intervento oggetto di analisi.

**Studi di caso:** nelle scienze sociali e nelle scienze della vita, uno studio di caso è un metodo di ricerca qualitativo che comporta un esame ravvicinato, approfondito e dettagliato di una materia di studio (il caso), nonché delle relative condizioni contestuali. Studi di caso illustrativi: si tratta principalmente di studi descrittivi. In genere utilizzano una o due istanze di un evento per mostrare la situazione esistente. Studi di caso esplorativi (o pilota): si tratta di studi di casi condensati eseguiti prima di effettuare un'indagine su larga scala. La loro funzione di base è quella di aiutare a identificare le domande e selezionare i tipi di misurazione prima dell'indagine principale. Studi di caso cumulativi: questi ultimi servono ad aggregare le informazioni provenienti da diversi siti raccolti in momenti diversi.

Lo studio di Giffoni et al. (2018) propone una comparazione dei diversi approcci basata su sei criteri di valutazione: a) affidabilità (*reliability*), in termini di qualità metodologica e coerenza; b) validità (*validity*), riguardante la completezza nella copertura degli effetti determinati dalle infrastrutture di R&S; c) precisione (*accuracy*), intesa come oggettività nella descrizione e nella misurazione dell'impatto; d) costo e tempo richiesti; e) rilevanza dell'investimento per i policy makers e per i finanziatori; f) rilevanza per i manager delle infrastrutture in questione.

Ciascuno degli approcci analizzati dagli autori mostra elevate potenzialità, una buona robustezza teorica e, molti di questi, hanno visto un'ampia utilizzazione nella letteratura concernente la valutazione di impatto (anche di fenomeni non legati all'innovazione tecnologica). Ad esito della comparazione effettuata, tuttavia, Giffoni et al. (2018) tendono a suggerire un utilizzo combinato delle diverse metodologie a disposizione. Ciò al fine di poter cogliere il maggior numero possibile di effetti socio-economici mettendo in luce fattori sia di natura quantitativa sia di natura qualitativa. Quest'ultimo elemento è di particolare rilevanza. Data la natura radicalmente complessa dei processi innovativi e la difficoltà di ricondurre tutte le componenti rilevanti di questi ultimi a singoli indicatori sintetici (quali quelli solitamente utilizzati nei lavori empirici tesi a valutare quantitativamente gli effetti economici dei diversi fenomeni), la combinazione di più metodi può consentire di catturare in modo adeguatamente esaustivo effetti che altrimenti si rischierebbe di cogliere solo parzialmente.

Per quanto riguarda le valutazioni basate sulla definizione di moltiplicatori di impatto, in letteratura troviamo due tipi contribuiti: da un lato, valutazioni degli effetti degli investimenti in innovazione basate su moltiplicatori di impatto ottenuti attraverso operazioni matriciali (proprie dei modelli I-O) e pronti per l'utilizzo a seconda dei dati di interesse (ad esempio, Anderson Economic Group 2011; European Commission 2016; Atkinson et al. 2017; IDEA, 2018); dall'altro, modelli implementati a partire da stime *ad-hoc* dei moltiplicatori di impatto da parte dei ricercatori coinvolti (Webb and White 2009).

IDEA (2018), ad esempio, ha stimato l'impatto socio-economico di 9 Organizzazioni di Ricerca e Tecnologia (Research and Technology Organizations, RTOs) europee<sup>16</sup> (che rappresentano oltre un terzo delle attività del settore in Europa) attraverso l'approccio dei moltiplicatori di impatto. L'analisi si è concentrata sugli effetti diretti, quelli indiretti e quelli definiti di 'impronta economica' (*economic footprint*) che le attività di tali organizzazioni lasciano nel contesto economico e sociale in cui sono inserite (si rimanda ad IDEA (2018) per un'illustrazione delle definizioni utilizzate). L'impatto occupazionale delle RTOs analizzate da IDEA (2018) è di 284.000 posti di lavoro, creati tra il 2015 e il 2016 nell'intera UE28. A ciò si aggiungono un effetto in termini di turnover ed un valore aggiunto totali, rispettivamente, di 35,8 e 16,8 miliardi di Euro. Il rendimento fiscale totale calcolato ammonta a 6,7 miliardi di Euro per attività *core*, contratti di ricerca e attività spin-off, di cui 2,6 miliardi derivanti dalle attività delle RTO. In termini di moltiplicatori dell'occupazione e degli investimenti, lo studio ha stimato per ciascun posto di lavoro creato nelle RTO in esame la creazione di 4 posti di lavoro per l'intera economia europea, e per 1 Euro di sovvenzioni operative ricevute dalle RTO 3 Euro di entrate fiscali per i governi nazionali (ossia circa il 270% delle sovvenzioni operative alle RTO).

Per quanto riguarda l'approccio CBA, invece, Florio et al. (2016) hanno proposto l'applicazione di un modello teso alla quantificazione degli effetti diretti ed indiretti derivanti da investimenti in infrastrutture chiave legate alla R&S, con particolare riferimento a due casi specifici che riguardano la fisica applicata e, in particolare, gli acceleratori di particelle: gli investimenti connessi al grande collisore di adrone ("Large

---

<sup>16</sup> Gli RTO presi in considerazione nello studio condotto da IDEAS (2019) sono i seguenti: Austrian Institute of Technology (AIT), French Alternative Energies and Atomic Energy Commission (CEA), Danish Technological Institute (DTI), Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung (Fraunhofer Gesellschaft), Interuniversitair Micro-Elektronica Centrum (IMEC), Stiftelsen SINTEF, Fundación Tecnalia Research and Innovation, Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO), Technical Research Centre of Finland (VTT).



Hadron Collider”, LHC) presso il CERN di Ginevra e quelli del Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica (CNAO) di Pavia. Quest’ultimo, come già sottolineato da un’analisi costi-benefici proposta da Pancotti et al. (2015), rappresenta un polo di rilievo sia all’interno della rete infrastrutturale della R&S italiana sia in termini di ricerca di frontiera e di benefici sociali connessi alle cure oncologiche di avanguardia che fornisce sul territorio.

Secondo quanto evidenziato da Florio et al. (2016), questo tipo di investimenti danno luogo a due diversi tipi di benefici sociali intertemporali. Da un lato, questa tipologia di investimenti in R&S tende a generare benefici diretti connessi all’utilizzo delle infrastrutture preposte (*use-benefits*) da parte di diverse categorie di agenti (utilizzatori diretti o indiretti) tra cui: scienziati e ricercatori (creazione ed utilizzo di nuova conoscenza tecnico-scientifica di elevato valore e potenziale), studenti (sviluppo e accumulazione del capitale umano tramite esperienze formative presso infrastrutture di R&S), imprese (effetti di *spillover* dovuti alla diffusione di nuova conoscenza tecnico-scientifica o processi virtuosi di *learning-by-doing*) e consumatori o utenti generici ed esterni alle infrastrutture (utilizzo di attrezzatura e/o servizi specifici legati all’infrastruttura, applicazione pratica di nuove scoperte o benefici culturali connessi alla visita dei siti di ricerca e sperimentazione). Dall’altro, Florio et al. (2016) mettono in evidenza i benefici indiretti (*non-use benefits*) derivanti dall’elevato valore sociale delle scoperte tecniche e scientifiche che hanno luogo all’interno e per mezzo di infrastrutture di R&S ad altissimo potenziale di innovazione, quali quelle oggetto di analisi, a prescindere dalle previsioni ex-ante sull’effettivo utilizzo delle nuove tecnologie che vengono ad essere generate. Tali benefici (diretti e indiretti) sono stati poi messi in relazione con i costi sociali attesi (riguardanti soprattutto il valore attuale del capitale investito, il costo del lavoro ed altri costi operativi, la disponibilità dei contribuenti a sostenere parte dei costi dovuti agli ingenti investimenti pubblici richiesti) in modo da identificare l’effetto netto<sup>17</sup> che tali settori e tali attività innovative hanno sulla società. La performance dei progetti presi in esame è stata poi valutata tramite l’utilizzo di un approccio stocastico (simulazione Monte Carlo) alla CBA al fine di approssimare le funzioni di distribuzione delle probabilità, di distribuzione cumulativa e i valori attesi del valore attuale netto e degli altri indicatori di performance.

Per quanto riguarda il secondo punto evidenziato all’inizio della presente rassegna, ovvero l’evidenza relativa al contributo economico dei settori caratterizzati da una maggiore intensità delle attività di innovazione e R&S, con specifico riferimento all’economia italiana, e seguendo la cornice metodologica adottata negli studi fin qui presi in rassegna, Prometeia e Oxford Economics (2013) ed Ambrosetti (2018) forniscono un’analisi di impatto delle attività, rispettivamente, di Finmeccanica nell’economia italiana e del settore AD&S italiano, in termini di trasferimento della conoscenza, di investimento in R&S, di produzione ad alto contenuto tecnologico e di diffusione dell’innovazione.

L’analisi è condotta guardando sia alle filiere (aerospazio, difesa, energia e trasporti) ed alle catene del valore ove le imprese oggetto di investigazione operano, sia all’economia italiana complessivamente intesa, con una particolare attenzione alla comparazione internazionale.

Lo studio mostra un ruolo di rilievo nel contesto economico nazionale, europeo ed internazionale dell’industria high-tech ed i servizi caratterizzati da un elevato contenuto di conoscenza, rappresentando un elemento di traino per l’occupazione qualificata, la crescita economica e per la dinamica della produttività in settori fortemente strategici. Prometeia e Oxford Economics (2013), evidenziano come le attività produttive di Finmeccanica abbiano generato nel 2012 un effetto, in termini di valore aggiunto aggregato dell’economia italiana, di oltre 3,5 miliardi di Euro con un valore delle esportazioni dei propri prodotti, ad alto e medio-alto contenuto tecnologico, pari a 7 miliardi di Euro (circa l’1,9% delle esportazioni totali dell’Italia). Per ciò che concerne i dati più strettamente connessi all’innovazione tecnologica, Prometeia e

---

<sup>17</sup> L’effetto netto è calcolato utilizzando indicatori quantitativi di performance, quali il valore attuale netto (net present value) economico e sociale, il tasso interno di rendimento.

Oxford Economics (2013) mostrano come Finmeccanica abbia investito in attività di R&S circa 1,3 miliardi di Euro, pari al 12,3% della spesa in R&S delle imprese italiane e al 6,6% della spesa totale in R&S dell'economia italiana.

Attraverso la metodologia dei moltiplicatori di impatto, sempre Prometeia e Oxford Economics (2013) quantificano, inoltre, un effetto totale<sup>18</sup> dell'attività del gruppo sull'intera economia italiana di 9,1 miliardi di Euro (pari a circa lo 0,6% del Pil nazionale) in termini di valore aggiunto – con un moltiplicatore di 2,6; circa 132.000 occupati (di cui più di un quarto impiegato in attività di R&S e di ingegneria e progettazione) in termini di occupazione generata – con un moltiplicatore di 3,1; e 4,1 miliardi di Euro in termini di gettito fiscale.

In collaborazione con Leonardo (già Finmeccanica), Ambrosetti (2018) ha recentemente proposto un'ulteriore analisi della filiera produttiva dell'AD&S, confermando i risultati fin qui discussi e contribuendo a descrivere il settore AD&S come una delle realtà di maggior rilievo per quanto concerne la capacità innovativa ed il dinamismo (inteso come propensione al cambiamento tecnologico ed organizzativo e capacità di adattamento a mutamenti nel contesto) delle imprese italiane. In linea con le aspettative e con quanto mostrato nella Sezione precedente del presente Rapporto, Ambrosetti (2018) mette inoltre in luce l'intensità e la persistenza degli investimenti in R&S dello stesso comparto Aerospazio, e la rilevanza di tale settore nel contesto europeo ed internazionale, grazie al peso che tale settore ha in termini di valore aggiunto e di export High-tech all'interno dell'economia italiana.

A livello globale, l'industria dell'AD&S si caratterizza per un fatturato complessivo di circa 925,7 miliardi di Euro, di cui circa il 70% conseguito da Europa e Stati Uniti. Circa il ruolo della tecnologia e, più specificamente, degli investimenti in R&S, il settore AD&S si classifica tra i primi 10 comparti industriali, con l'Aerospazio al primo posto per incidenza della R&S sul valore aggiunto (18,2%) nei Paesi OCSE.

Inoltre, la centralità del comparto AD&S, sostiene Ambrosetti (2018), si consoliderà ulteriormente negli anni a venire in virtù dei possibili effetti associati ai trend globali riguardanti la sicurezza e la geopolitica, il processo di globalizzazione dei sistemi economici e l'introduzione e la diffusione di nuove tecnologie. Oltre a ricoprire posizioni di spicco nelle classifiche internazionali ed europee, infine, il settore AD&S esercita un ruolo di traino dell'economia italiana, sia in termini fatturato – oltre 13,5 miliardi di Euro nel 2016, per il 69,4% destinato all'export, con un contributo al valore aggiunto nazionale di circa 4,4 miliardi di Euro – sia di peso occupazionale – circa 45.000 occupati - e di performance innovative all'interno della filiera, estesa su tutto il territorio nazionale e composta da grandi gruppi multinazionali e da una fitta rete di piccole e medie imprese anch'esse a medio-alta tecnologia.

Per quanto riguarda la stima degli effetti moltiplicativi (diretti, indiretti ed indotti) del settore AD&S sul valore aggiunto dell'intera economia italiana, lo studio stima come un valore aggiunto di 3,3 miliardi (conseguito da Leonardo nell'anno 2017) sia in grado di generare 8,5 miliardi di Euro di valore aggiunto complessivo, con un valore del moltiplicatore dell'AD&S pari a 2,6<sup>19</sup>.

Questi risultati confermano la rilevanza del settore AD&S caratterizzato da un elevato contenuto tecnologico e da una maggiore intensità degli investimenti in attività di R&S, ovvero di quegli investimenti che risultano essere in grado di stimolare effetti moltiplicativi relativamente più alti sull'intera economia italiana.

---

<sup>18</sup> Totale dato dalla somma degli effetti diretti, indiretti ed indotti.

<sup>19</sup> Come stimato dal Rapporto di Prometeia e Oxford Economics precedentemente discusso.

### 3. Analisi dell'impatto dei settori high-tech

La letteratura economica evidenzia una stretta relazione tra la composizione settoriale di un'economia e la crescita economica della stessa. In particolare, la crescita del settore manifatturiero e dei servizi sono visti come il motore per la crescita economica dei paesi in via di sviluppo; mentre l'innovazione tecnologica sembra ricoprire un ruolo fondamentale per la crescita economica dei paesi sviluppati. Conseguenza principale di ciò è che incrementi di valore aggiunto in settori economici diversi non determina necessariamente risultati equivalenti in termini di crescita della produzione (Tregenna, 2009).

Sulla base di tale letteratura e soprattutto considerando l'importanza riconosciuta all'innovazione tecnologica per i paesi sviluppati, si propone un'analisi empirica volta a valutare se, e in che misura, i settori ad alta tecnologia possano essere considerati maggiormente strategici rispetto agli altri in termini di potenziale di crescita delle attività economiche in essi realizzate. In particolare, si cercherà di valutare se l'aumento della quota di valore aggiunto generato nei settori high-tech sul valore aggiunto complessivo dell'economia determini un effetto espansivo maggiore di quello generato da un analogo incremento della quota di valore aggiunto negli altri settori industriali. Nello specifico, verrà valutato l'impatto sulla crescita del valore aggiunto complessivo e sulla crescita della produttività del lavoro di un incremento di 1 punto percentuale della quota di valore aggiunto nel caso in cui esso si verifichi nei settori ad alta tecnologia o nel caso in cui questo si realizzi nelle altre industrie.

A tal fine è stato implementato un modello econometrico di tipo Panel Structural Vector Autoregression (PSVAR) ad effetti fissi per un campione di 15 paesi OCSE che permetterà di: (1) stimare l'effetto sul valore aggiunto complessivo dell'economia di variazioni della quota del valore aggiunto nei vari settori nel breve e nel medio periodo; (2) valutare se l'impatto ha natura transitoria, ossia se si esaurisce dopo un certo numero di periodi successivi alla variazione iniziale, oppure se si tratta di uno *shock* persistente tale da far rimanere il livello di attività al di sopra di quello iniziale.

#### 3.1. Dati e metodologia

##### Dati

Per l'analisi che si intende qui realizzare è stato costruito un panel dataset di 15 paesi OCSE per il periodo che va dal 1995 al 2015.<sup>20</sup>

I dati settoriali sono tratti dallo Structural Analysis Database realizzato dall' OCSE. Si tratta di uno strumento che, fornendo dati circa le performance industriali a un livello relativamente dettagliato, permette un esaustivo confronto tra i paesi analizzati. In particolare, il database in questione include il valore aggiunto dei vari settori industriali, classificati secondo l'ultima revisione dell'International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC Rev.4) introdotta dalle Nazioni Unite nel 2008. Sulla base di questo database è stato, quindi, possibile definire la quota del valore aggiunto dei diversi settori sul valore aggiunto totale dell'economia.

Dato l'obiettivo principale dell'analisi, ossia quello di valutare il ruolo strategico dei settori ad alta tecnologia come driver di crescita economica, si è deciso di seguire la tassonomia dei settori industriali

---

<sup>20</sup> Il campione di paesi considerati è costituito da Austria, Belgio, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Uruguay, Italia, Polonia, Repubblica Slovacca, Slovenia, Spagna, Svezia, Gran Bretagna e Stati Uniti. Si tratta di quei paesi per i quali, data la disponibilità dei dati, è stato possibile costruire la più lunga serie temporale possibile, condizione necessaria per la realizzazione dell'analisi empirica realizzata.

proposta dall' OCSE (Galindo-Rueda and Verger, 2016). Si tratta di una classificazione che considera l'intensità delle attività in Ricerca e Sviluppo (R&S) e che, a differenza delle precedenti, include anche il settore dei servizi.

In particolare, le industrie sono classificate in cinque gruppi (high, medium-high, medium, medium-low, and low-tech). Come evidenziato nella Tabella 1, nel gruppo dei settori high-tech troviamo tre industrie manifatturiere (air and spacecraft -ISIC 303, pharmaceuticals -ISIC 21) and computer, electronic and optical products -ISIC 26), alle quali bisogna aggiungere due settori dei servizi che sono scientific research and development (ISIC 72) e software publishing (ISIC 582).

Poiché la classificazione in questione è basata sull'ISIC Rev.4 introdotta nel 2008, per gli anni precedenti è stata applicata la stessa tassonomia considerando la Revisione 3 dell'International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC Rev.3). La Tabella A1 riportata nell'Appendice mostra il raccordo tra le due classificazioni.

**Tabella 1.** Classificazione proposta da OECD dei settori industriali in cinque gruppi

	<b>Manufacturing</b>	<b>Non-manufacturing</b>
<b>High R&amp;D intensity industries</b>	<b>303:</b> Air and spacecraft and related machinery <b>21:</b> Pharmaceuticals <b>26:</b> Computer, electronic and optical products	<b>72:</b> Scientific research and development <b>582:</b> Software publishing
<b>Medium-high R&amp;D intensity industries</b>	<b>252:</b> Weapons and ammunition <b>29:</b> Motor vehicles, trailers and semi-trailers <b>325:</b> Medical and dental instruments <b>28:</b> Machinery and equipment n.e.c. <b>20:</b> Chemicals and chemical products <b>27:</b> Electrical equipment <b>30X:</b> Railroad, military vehicles and transport n.e.c. (ISIC 302, 304 and 309)	<b>62-63:</b> IT and other information services
<b>Medium R&amp;D intensity industries</b>	<b>22:</b> Rubber and plastic products <b>301:</b> Building of ships and boats <b>32X:</b> Other manufacturing except medical and dental instruments (ISIC 32 less 325) <b>23:</b> Other non-metallic mineral products <b>24:</b> Basic metals <b>33:</b> Repair and installation of machinery and equipment	
<b>Medium-low R&amp;D intensity industries</b>	<b>13:</b> Textiles <b>15:</b> Leather and related products <b>17:</b> Paper and paper products <b>10-12:</b> Food products, beverages and tobacco <b>14:</b> Wearing apparel <b>25X:</b> Fabricated metal products except weapons and ammunition (ISIC 25 less 252) <b>19:</b> Coke and refined petroleum products <b>31:</b> Furniture <b>16:</b> Wood and products of wood and cork <b>18:</b> Printing and reproduction of recorded media	<b>69-75X:</b> Professional, scientific and technical activities except scientific R&D (ISIC 69 to 75 less 72) <b>61:</b> Telecommunications <b>05-09:</b> Mining and quarrying <b>581:</b> Publishing of books and periodicals
<b>Low R&amp;D intensity industries</b>		<b>64-66:</b> Financial and insurance activities <b>35-39:</b> Electricity, gas and water supply, waste management and remediation <b>59-60:</b> Audiovisual and broadcasting activities <b>45-47:</b> Wholesale and retail trade <b>01-03:</b> Agriculture, forestry and fishing <b>41-43:</b> Construction <b>77-82:</b> Administrative and support service activities <b>90-99:</b> Arts, entertainment, repair of household goods and other services <b>49-53:</b> Transportation and storage <b>55-56:</b> Accommodation and food service activities <b>68:</b> Real estate activities

Fonte: Galindo-Rueda and Verger, 2016

## Metodologia

Riprendendo quanto proposto recentemente in letteratura (Gabriel e Ribeiro, 2019), l'analisi empirica è stata realizzata applicando la metodologia Panel SVAR (P-SVAR) a effetti fissi che permette, tra le altre cose, di tenere conto di eventuali caratteristiche invariate nel tempo per ciascuna delle unità considerate. La scelta della metodologia è stata dettata per lo più dal fatto che questa permette di avere una rappresentazione delle relazioni tra le variabili nel tempo. In generale, infatti, un modello VAR è un sistema di equazioni costituito da un insieme di variabili in cui ciascuna è regredita su se stessa e sulle altre variabili ritardate. Ciò consente, con la stima delle funzioni di risposta ad impulso (IRF), di definire sia l'effetto contemporaneo di uno *shock* esogeno che colpisce una variabile sulle altre sia la dinamica di queste ultime nei periodi successivi la realizzazione dello *shock*. A differenza di altri modelli econometrici, quindi, la metodologia qui applicata permette di comprendere se gli *shock* analizzati sono in grado di generare effetti transitori o permanenti sulle altre variabili considerate.

Considerando il funzionamento dei modelli Panel SVAR spiegato in dettaglio in Appendice, per valutare se i settori ad alta tecnologia generano un diverso effetto sulle variabili economiche rispetto agli altri settori sono state stimate due diverse specificazioni del modello. In particolare, nel primo modello (Modello 1) si analizzano gli effetti in termini di incremento di valore aggiunto complessivo (VA) di variazioni della quota di valore aggiunto dei settori ad alta tecnologia (HT) e dei settori non-high-tech (NO\_HT). Nel secondo caso (Modello 2), invece, è stato valutato l'effetto di variazioni analoghe delle quote di valore aggiunto sulla produttività del lavoro (prod).

### 3.2. Risultati

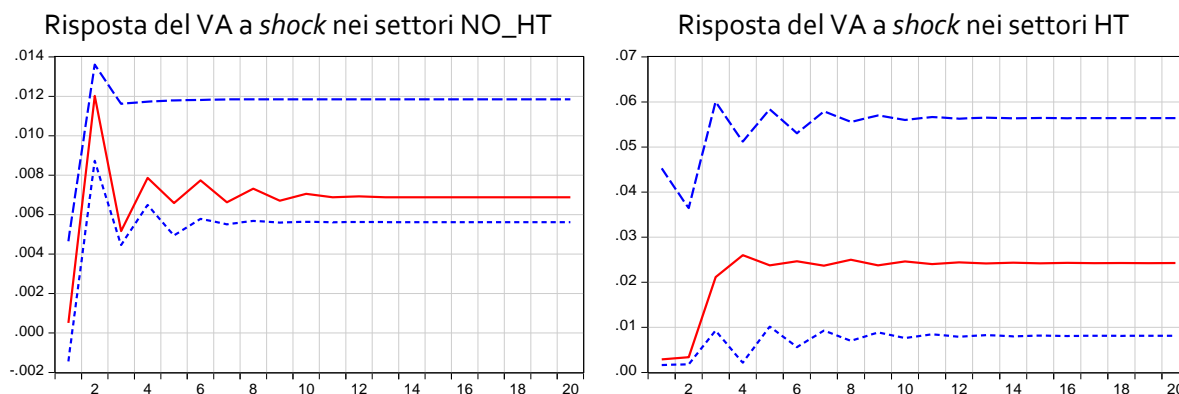
Si riassumono qui di seguito i principali risultati dell'analisi empirica sviluppata. In particolare, le Figure 36 e 37 mostrano le funzioni di risposta ad impulso (IRF), che descrivono la dinamica delle variabili macroeconomiche considerate a seguito di *shock* esogeni, mentre nelle tabelle (Tabella 2 e Tabella 3) sono riportati i dettagli dei valori stimati dal modello.

La Figura 36 e la Tabella 2 mostrano i risultati relativi al Modello 1, ossia la crescita cumulata del valore aggiunto complessivo dell'economia a seguito di uno *shock* di un punto percentuale della quota di valore aggiunto attribuibile ai settori HT e NO-HT, ossia derivante da un aumento del valore aggiunto nei due settori rispettivamente pari all'1% del valore aggiunto totale dell'economia. In particolare, i risultati ottenuti mostrano che entrambi gli *shock* determinano in media per il panel di paesi considerati un effetto positivo e statisticamente significativo sul valore aggiunto totale. Inoltre, si osserva che gli effetti così determinati sono caratterizzati da un certo grado di persistenza, ossia che gli *shock* sono in grado di generare effetti permanenti sul livello di attività economica: già quattro periodi dopo la realizzazione dello *shock* iniziale, infatti, la crescita cumulata del valore aggiunto complessivo tende a stabilizzarsi intorno ad un valore positivo.

Tuttavia, l'impatto dei due *shock* è significativamente diverso per intensità, come si può osservare dalla Tabella 2. In ciascun periodo seguente lo *shock* iniziale (pari all'1% del valore aggiunto complessivo), infatti, l'impatto sul valore aggiunto totale è sempre superiore nel caso di *shock* ai settori ad alta tecnologia. In particolare, quando il processo di incremento del livello del valore aggiunto tende a stabilizzarsi, si registra un aumento dello stesso del 2,4% e dello 0,7% nel caso in cui lo *shock* colpisce i settori high-tech e non high-tech, rispettivamente. In altre parole, una unità in più di valore aggiunto realizzato nei settori ad alta tecnologia genera un effetto pari a 2,4 unità aggiuntive di valore aggiunto nell'economia complessiva.

Questa stima è quindi in linea con quelle discusse in precedenza nel rapporto con metodologie alternative. Tuttavia, occorre sottolineare in primo luogo che i risultati qui ottenuti consentono di argomentare che l'effetto stimato dello *shock* è persistente nel tempo e quindi non è limitato al breve periodo; inoltre, le stime indicano che il livello dei moltiplicatori nei settori high-tech sono sostanzialmente maggiori di quelli relativi ai settori più tradizionali.

**Figura 36.** Modello 1: Funzioni di risposta ad impulso del valore aggiunto complessivo a *shock* nei settori HT e NO\_HT



Le linee rosse identificano la dinamica del valore aggiunto complessivo, mentre le linee tratteggiate di colore blu rappresentano gli intervalli di confidenza al 95% costruiti tecniche di ricampionamento di tipo bootstrap, 500 ripetizioni

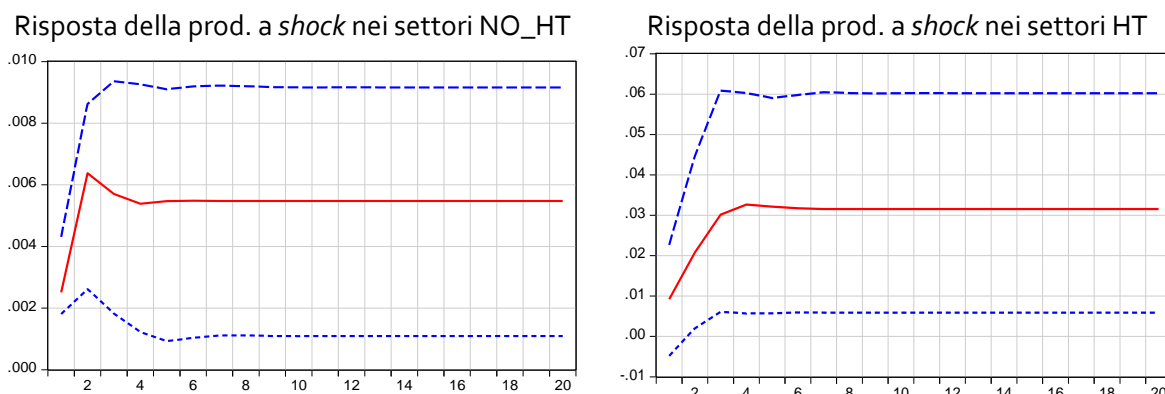
**Tabella 2.** Modello 1: Funzioni di risposta ad impulso

	NO_H shock	H shock		NO_H shock	H shock
1	0.05%	0.29%	11	0.69%	2.40%
2	1.20%	0.34%	12	0.69%	2.44%
3	0.52%	2.12%	13	0.69%	2.42%
4	0.79%	2.60%	14	0.69%	2.43%
5	0.66%	2.38%	15	0.69%	2.42%
6	0.77%	2.47%	16	0.69%	2.42%
7	0.66%	2.37%	17	0.69%	2.42%
8	0.73%	2.50%	18	0.69%	2.43%
9	0.67%	2.37%	19	0.69%	2.43%
10	0.71%	2.46%	20	0.69%	2.43%

Risultati coerenti si ottengono stimando il Modello 2, in cui si valuta l'effetto sulla produttività del lavoro (espressa in ore lavorate) di uno *shock* alla quota dei settori high-tech e non-high-tech. Dalle stime delle funzioni di risposta ad impulso (IRF) riportate nella Figura 37 si osserva che incrementi di valore aggiunto in entrambi i comparti dell'economia hanno un effetto positivo sulla produttività del lavoro, che, come nel caso precedente, presenta anche una certa persistenza: l'effetto positivo di entrambi gli *shock*, infatti, si stabilizza rapidamente intorno ad un valore positivo. Tuttavia, esattamente come nel Modello 1, anche in questo caso i due *shock* considerati determinano effetti differenti in termini di intensità. Rispetto al suo livello iniziale la produttività del lavoro risulterebbe maggiore del 3,15% nel caso di *shock* alla quota dei settori ad alta tecnologia; mentre aumenterebbe solo dello 0,55% in caso di *shock* ai settori non high-tech. Questo risultato può essere interpretato guardando alla costruzione dell'indicatore di produttività che è un rapporto tra

valore aggiunto e ore lavorate complessivi. Incrementi di valore aggiunto nei due macro-settori determinano incrementi del numeratore di questo rapporto diversi e, per questa via, aumenti di produttività diversi. Tuttavia, mentre nel caso dei settori a più bassa intensità tecnologica l'intensità della variazione della produttività segue in maniera molto stretta quella del valore aggiunto, nel caso dei settori high-tech la dinamica della produttività è maggiore di quella del valore aggiunto, a significare che l'ampliarsi del peso dei settori ad alta tecnologia nell'economia genera effetti di spillover tecnologici in grado di migliorare l'efficienza produttiva di tutto il sistema.

**Figura 37.** Modello 1: Funzioni di risposta ad impulso della produttività del lavoro a *shock* nei settori HT e NO\_HT



Le linee rosse identificano la dinamica del valore aggiunto complessivo, mentre le linee tratteggiate di colore blu rappresentano gli intervalli di confidenza al 95% costruiti tecniche di ricampionamento di tipo bootstrap, 500 ripetizioni

**Tabella 3.** Modello 2: Funzioni di risposta ad impulso

	NO_H shock	H shock		NO_H shock	H shock
1	0.25%	0.92%	11	0.55%	3.15%
2	0.64%	2.08%	12	0.55%	3.15%
3	0.57%	3.02%	13	0.55%	3.15%
4	0.54%	3.27%	14	0.55%	3.15%
5	0.55%	3.22%	15	0.55%	3.15%
6	0.55%	3.17%	16	0.55%	3.15%
7	0.55%	3.15%	17	0.55%	3.15%
8	0.55%	3.15%	18	0.55%	3.15%
9	0.55%	3.15%	19	0.55%	3.15%
10	0.55%	3.15%	20	0.55%	3.15%



## 4. Considerazioni conclusive e aspetti di policy

In questa parte conclusiva del Rapporto vengono riassunti i principali risultati dello studio e sono proposte alcune considerazioni di *policy* che possono essere tratte dall'analisi fin qui sviluppata ulteriormente arricchita dall'esame di alcuni casi specifici relativi all'evoluzione di nuove tecnologie.

L'analisi effettuata indica che il posizionamento italiano per quanto riguarda i principali indicatori relativi al campo dell'innovazione e della ricerca rispetto ai maggiori competitor europei non può essere considerato soddisfacente. In particolare, in Italia la produzione ad alta tecnologia incide in misura relativamente limitata rispetto al totale dell'economia con valori che si attestano attualmente intorno al 2% del valore aggiunto complessivo. I settori a medio-alta tecnologia risultano avere un peso relativamente più consistente, con un valore che oscilla attorno al 7% del valore aggiunto. Questi valori risultano essere significativamente più bassi rispetto a quelli registrati in Germania e Francia che registrano una quota di valore aggiunto attribuibile al comparto high-tech pari al doppio di quella italiana.

Tuttavia, i settori relativi alla manifattura ad alta e medio-alta tecnologia, pur avendo un peso limitato nell'economia in termini di valore aggiunto e occupazione, contribuiscono significativamente alle attività in R&S realizzate in Italia, con una quota pari rispettivamente al 17% e al 40%. D'altra parte, l'impatto delle attività economiche realizzate nell'ambito delle industrie ad alta tecnologia si conferma essere particolarmente rilevante. Le stime prodotte nell'ambito del Rapporto mostrano come al crescere della quota di valore aggiunto attribuibile ai settori ad alta tecnologia crescano sia il livello del prodotto, sia il livello della produttività per ora lavorata. Nello specifico, una unità in più di valore aggiunto realizzato nei settori ad alta tecnologia genera un effetto pari a 2,4 unità aggiuntive di valore aggiunto nell'economia complessiva. Questa stima risulta essere in linea con quelle ottenute in precedenza attraverso metodologie alternative ma offre indicazioni ulteriori riguardo due aspetti rilevanti. In primo luogo, l'effetto stimato associato ad uno *shock* in grado di aumentare la quota di valore aggiunto nei settori ad alta tecnologia è persistente nel tempo e quindi non si esaurisce nel breve periodo. Inoltre, il livello dei moltiplicatori nei settori high-tech risulta essere sostanzialmente maggiore di quello relativo ai settori più tradizionali.

Risultati coerenti si ottengono stimando l'effetto sulla produttività del lavoro di uno *shock* alla quota dei settori high-tech e non-high-tech. Anche in questo caso, variazioni della quota di valore aggiunto nei due comparti determinano effetti molto diversi in termini di intensità di impatto, suggerendo che l'ampliarsi delle attività economiche dei settori ad alta tecnologia nell'economia sia in grado di generare effetti di diffusione delle conoscenze tecnologiche capaci di migliorare l'efficienza produttiva e le performance economiche di tutto il sistema.

Le evidenze contenute nel documento riguardanti il limitato peso dei settori ad alta tecnologia in Italia rispetto ad altre importanti economie europee e, allo stesso tempo, il ruolo propulsivo di tali settori per l'innovazione, la competitività e la crescita economica segnalano, in generale, come l'adozione di politiche pubbliche mirate a favorire lo sviluppo dei settori ad alta tecnologia e ad aumentarne il peso all'interno del sistema produttivo italiano possano avere un ritorno elevato in termini di crescita e sviluppo dell'economia nel suo complesso. I dati analizzati mostrano infatti come i settori high-tech si configurano come luogo privilegiato dell'attività innovativa, e rappresentano segmenti dell'economia in grado di generare e diffondere nuova conoscenza scientifica e tecnologica a supporto della trasformazione dei processi e dei prodotti delle imprese operanti anche nel resto del sistema economico.

In ciò che segue vengono delineate **cinque direttrici di policy** che, se intraprese, si ritiene possano accrescere non solo il peso dei settori ad alta tecnologia nell'economia italiana ma, soprattutto, aumentarne il ruolo propulsivo in termini di crescita e sviluppo del Paese.

## 1. ADOTTARE UN APPROCCIO SISTEMICO ALLE POLITICHE PUBBLICHE PER LA RICERCA E L'INNOVAZIONE.

La crescente complessità e trasversalità delle tecnologie, anche associata alla trasformazione digitale in atto, attribuisce un ruolo fondamentale al settore pubblico nel migliorare non solo la qualità degli elementi che costituiscono l'eco-sistema dell'innovazione, ma anche quella delle interazioni e degli scambi di conoscenza tra gli stessi (Borrás e Edquist, 2019). L'accresciuta complessità della conoscenza implica infatti che un singolo operatore o addirittura un singolo settore non è in grado di sviluppare in autonomia nuova conoscenza ma ha la necessità di integrare elementi derivanti da campi diversi del sapere scientifico e tecnologico (Antonelli, 2019).

Dal punto di vista dei *policy maker*, tale riflessione risulta importante perché richiama la necessità di effettuare politiche di sistema in grado di garantire flussi di interazioni qualificate tra i diversi elementi che compongono i sistemi innovativi. Inoltre, l'adozione di un *framework* di policy di tipo sistemico implica che le leve di policy devono operare simultaneamente sia dal lato dell'offerta (technology-push), attraverso ad esempio il finanziamento di progetti di ricerca e innovazione, la formazione di capitale umano, la creazione di infrastrutture di ricerca e incentivi al trasferimento delle conoscenze tecnologiche, sia dal lato della domanda (demand-pull), ad esempio tramite lo strumento del public procurement innovativo.

Dal punto di vista delle imprese, la trasversalità e la complessità della conoscenza impongono di rivedere le proprie strategie innovative in un'ottica di modello aperto, in grado di beneficiare degli avanzamenti della conoscenza generati sia nel settore privato sia nel settore pubblico anche in campi lontani da quello in cui si opera. Un esempio in tal senso è fornito dai mutui vantaggi derivanti dagli scambi di conoscenza relative alle attività di ricerca del settore militare e civile (si veda Box 2).

### Box 2: Trasversalità della tecnologia

In passato i maggiori progressi tecnologici sono sempre stati stimolati e indirizzati dai requisiti militari o dalla curiosità degli scienziati, in certi casi da entrambi. Negli ultimi decenni il tradizionale flusso dell'innovazione tecnologica, che era principalmente diretto dall'area difesa a quella civile, ha trovato nuovi equilibri, ove gli sviluppi di prodotto per applicazioni di difesa si avvalgono sempre più frequentemente di tecnologie pensate in origine per applicazioni commerciali. Stabilito quindi che il concetto di dualità si riferisce alle applicazioni della tecnologia, e non alla tecnologia in sé, questi passaggi da militare a civile e viceversa possono avvenire a diversi livelli: dal livello di missioni – in cui la piattaforma, con alcune personalizzazioni, può essere utilizzata per scopi sia civili che militari – al livello di equipaggiamenti e sottosistemi. Un esempio emblematico è quello della geo-localizzazione satellitare. Il GPS, nato in ambito DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) per applicazioni militari, ha cambiato successivamente la nostra vita civile informandoci costantemente sulla nostra localizzazione. Al contrario, il sistema europeo di geo-localizzazione Galileo, nato in origine per rispondere alle esigenze della società civile, potrebbe essere utilizzato per future applicazioni militari.

#### Dal militare al civile

- a) Un primo esempio riguarda lo sviluppo delle applicazioni delle tecnologie di microelettronica basate sull'arseniuro di gallio (GaAs) e sul nitruro di gallio (GaN). La tecnologia dello stato solido basata sui semiconduttori, con cui vengono realizzati i *transistor* per amplificare i segnali, ormai è largamente diffusa in tutte le sue applicazioni dell'elettronica. Nell'ambito *radar*, in particolare, la tecnologia a stato

solido ha segnato un grosso cambiamento per l'amplificazione del segnale a radio frequenza che poi viene irradiato. Gli amplificatori High Power Amplifier a stato solido hanno sostituito i classici Travelling Wave Tube portando grandi vantaggi in termini di dimensioni, vita operativa e costi. Nei semiconduttori, una rivoluzione è arrivata con il GaAs che, rispetto al silicio, consente di operare su un *range* di frequenze (bande) più ampio. Successivamente, il GaN ha permesso di raggiungere frequenze più elevate e di gestire potenze più alte con efficienze superiori al GaAs. La tecnologia GaAs/GaN è stata introdotta prima nei *radar* per applicazioni in ambito difesa (navale, avionica, terrestre), ma, in un secondo momento, è passata ai *radar* civili per il controllo del traffico aereo e in antenne per comunicazione satellitare, per migliorarne la potenza, il raggio di azione e l'affidabilità.

- b) Un altro esempio è quello dei Focal Plan Array (FPA). Si tratta di matrici bidimensionali di sensori che catturano le immagini infrarosse in varie bande, e possono essere di due tipi: (i) *cooled*, realizzati in cadmio-mercurio-tellurio (CMT), che richiedono temperature operative intorno ai  $-150^{\circ}\text{C}$  e (ii) *un-cooled*, micro-bolometri in ossido di vanadio (VnO) in grado di operare a temperatura ambiente. Queste tecnologie sono state sviluppate per soddisfare la richiesta di capacità di visione infrarossa in ambito militare a vari livelli, da quello del singolo soldato sul terreno, a quello dell'aereo in volo. Successivamente le due tecnologie (*cooled* e *un-cooled*) sono state valorizzate in ambito civile in due contesti diversi: in ambito scientifico i sensori CTM hanno trovato applicazione in astronomia e nell'osservazione della Terra da satellite, mentre in ambito commerciale vengono impiegati i sensori VnO per termografia o nel settore *automotive*.
- c) Le piattaforme a pilotaggio remoto (Unmanned Air Vehicle – UAV), note anche come droni, sono velivoli senza pilota umano a bordo e possono operare con vari gradi di autonomia: con controllo remoto da parte di un operatore umano o autonomamente, se guidati dai *computer* di bordo e supportati da sensori opportuni. A seconda delle dimensioni e del tipo di *payload*, possono essere impiegati in missioni molto eterogenee tra loro. Gli UAV nascono per missioni militari di *intelligence*, sorveglianza, acquisizione di obiettivi e riconoscimento, con lo scopo di ridurre i costi di missione e preservare la vita dei piloti. Tuttavia, gli UAV, opportunamente equipaggiati, possono essere largamente impiegati in molteplici operazioni in ambito civile, come missioni di sicurezza, sorveglianza marittima, monitoraggio ambientale e agricoltura di precisione.

### **Dal civile al militare**

- a) I più recenti sviluppi tecnologici in ambito civile sono stati spinti nel mercato della telefonia mobile, che ha accelerato moltissimo la miniaturizzazione dell'elettronica, lo sviluppo delle tecnologie per *display* piatti e *touch screen*. Tutte tecnologie che hanno trovato subito larga applicazione in ambito militare.
- b) Anche i *software* estremamente realistici, sviluppati e portati a livelli sempre più elevati nel mondo dell'intrattenimento (videogiochi, *playstation*), stanno sempre più trovando impiego in attività di *modeling & simulation* e di *training* nel mondo della difesa.
- c) Infine, la propulsione ibrida, nata e sviluppatasi nel contesto del settore *automotive*, ha applicazioni sempre più promettenti in ambito militare, particolarmente per la riduzione del rumore nei cingolati e nei futuri UAV.

## 2. NECESSITÀ DI INVESTIMENTI “PAZIENTI”

Lo sviluppo dei settori ad alta tecnologia richiama la necessità di un approccio di medio-lungo periodo sia nelle strategie di investimento in attività innovative sia nel disegno e nell’implementazione delle policy. L’innovazione non necessita infatti solo di buone idee ma, soprattutto, di investimenti sia privati sia pubblici “pazienti”, ovvero in grado di affrontare gli elementi di rischio e incertezza connaturati allo sviluppo di innovazioni radicali e ad essere valutati in termini di ritorni attesi in un orizzonte temporale di medio-lungo periodo (Mazzucato, 2014). In questo campo, nonostante l’importante ruolo svolto dai fondi di *venture capital*, rimane ampio spazio per l’intervento pubblico che ha il compito di garantire flussi di investimenti “pazienti” specie nei settori più avanzati caratterizzati da maggiore complessità tecnologica, in grado di generare quelle innovazioni radicali che consentono di migliorare la competitività tecnologica e di collocare il Paese su un sentiero di crescita e sviluppo più sostenuto (cfr. Box3).

### Box 3: I tempi dell’innovazione e gli investimenti ‘pazienti’

Il mondo dell’innovazione è dominato da andamenti strategici che, con idee più o meno radicali, portano perturbazioni in grado di variare lo scenario tecnologico, in equilibrio perennemente instabile. Normalmente le tecnologie, nel corso della loro evoluzione, si affermano prima come tendenze – caratterizzate da grande notorietà, ove le potenzialità applicative sembrano estremamente promettenti e in cui si concentrano investimenti finalizzati ad approfondirne il reale potenziale applicativo – per arrivare a un picco, cui segue una fase di calo – ove una perdita di fiducia può derivare da fattori diversi, di natura tecnica, sociale, economica o etica. In molti casi, però, dopo il periodo di sfiducia, la tecnologia torna in auge, trasformando in risultati concreti il potenziale mostrato in precedenza.

Un modello semplice per descrivere questa dinamica è quello dell’andamento evolutivo di una tecnologia ad S: fase iniziale (introduzione di un’innovazione radicale, ove il tasso di crescita del progresso tecnologico ha andamento esponenziale), fase di consolidamento e rapida crescita (tasso di crescita lineare), fase di maturità (rallentamento del tasso di crescita, la tecnologia raggiunge i limiti naturali consentiti dal principio scientifico su cui è basata).

Gideon Gartner ha elaborato un modello leggermente più articolato, detto l’Hype Cycle (ciclo dell’esagerazione), che comprende le seguenti fasi:



1. *Technology trigger* (innescio della tecnologia): una nuova tecnologia, potenzialmente dirompente, viene avviata. I primi sviluppi e l’attenzione dei *media* scatenano una notevole pubblicità, anche se spesso non esistono prodotti utilizzabili e non c’è prova della validità commerciale della tecnologia.

2. *Peak of inflated expectations* (picco delle aspettative esagerate): la pubblicità iniziale dà luogo ad alcune storie iniziali di successo (spesso accompagnate da molti di casi di fallimento).
3. *Trough of disillusionment* (valle della disillusione): l'interesse nella tecnologia svanisce quando la sperimentazione e l'applicazione non producono i risultati sperati.
4. *Slope of enlightenment* (salita dell'illuminazione): incomincia a diffondersi e a consolidarsi la consapevolezza che la tecnologia può trovare utilizzi concreti in diversi modi. Gli sviluppatori della tecnologia creano prodotti di seconda e terza generazione e un numero crescente di aziende finanzia progetti pilota (anche se quelle più conservatrici restano prudenti).
5. *Plateau of productivity* (altopiano della produttività): l'adozione della tecnologia prende sempre più piede, vengono definiti criteri di valutazione dell'affidabilità e l'applicabilità della tecnologia per il mercato di massa comincia a produrre frutti.

In molti casi accade che, prima di arrivare alla fase 5, il ciclo dalla fase 1 alla fase 4 si ripete più volte, facendo attraversare alla tecnologia diversi momenti di picco e diversi momenti di disillusione, i così detti 'inverni'. Ci sono diversi esempi di tecnologie che hanno avuto, nel corso della loro evoluzione, momenti di disillusione, ma che oggi sono tra i principali successi a livello globale.

### **Il caso dell'elettrificazione del volo**

Le prime automobili elettriche a batteria risalgono alla fine dell'800, ma a causa di varie limitazioni, tra cui la limitata autonomia delle batterie e i costi molto elevati delle stesse, persero di interesse per un lungo periodo. Tuttavia, le grosse case automobilistiche non hanno mai abbandonato del tutto una linea di investimento sul tema, e a partire dalla fine degli anni '90 l'auto elettrica è ritornata in auge e oggi si sta sempre più diffondendo.

La spinta determinante in questo settore è arrivata dal mondo dell'elettronica, che negli ultimi anni ha richiesto e continua a richiedere sempre più apparecchi portatili a lunga autonomia. Questa esigenza ha portato ad investire sempre nella ricerca di batterie ad elevata autonomia, fino ad arrivare alle celle ricaricabili a litio-ioni e litio-ioni-polimeri. Questa tecnologia consente di avere in una batteria, con pesi e ingombri limitati (fino a cinque volte inferiori rispetto alle batterie a piombo), alta densità di energia e di potenza, che si traducono in autonomia e accelerazione, fattori determinanti non solo per un veicolo, ma anche per un velivolo.

L'elettrificazione dei sistemi propulsivi rappresenta infatti la più importante sfida che il settore aeronautico affronterà nei prossimi vent'anni. Si tratta di un vero cambio di paradigma nella maniera di concepire, sviluppare e utilizzare i velivoli, con un radicale cambiamento nel sistema propulsivo che, a differenza del passato, non potrà essere più considerato come un elemento a se stante, ma si configurerà come un sistema complesso costituito da macchine termiche e elettriche, batterie e sistemi di distribuzione della potenza, che richiederà un elevatissimo livello di integrazione con il velivolo e avrà importanti impatti sulla configurazione e sull'aerodinamica.

La propulsione ibrido-elettrica potrà creare i presupposti per un ulteriore sviluppo del trasporto aereo, abilitando nuovi servizi di mobilità aerea e l'apertura dei relativi mercati, creando nuove opportunità di crescita per l'ecosistema aeronautico, sia nello sviluppo di nuovi prodotti, sia nella fornitura di nuovi servizi. Tra i principali obiettivi dell'ibridizzazione della propulsione ci sono la riduzione dei consumi di carburante e delle emissioni di gas inquinanti associate, e l'abbattimento del rumore. In questo modo si potrebbero realizzare velivoli con costi operativi ridotti e basso impatto ambientale, che renderebbero possibili rotte più brevi e a bassa densità di traffico. Inoltre, la possibilità di distribuire la propulsione sulle superfici portanti

consente di sfruttare effetti aerodinamici che possono non solo contribuire a ridurre ulteriormente consumi e inquinanti, ma anche permettere migliori *performance*, consentendo ad esempio di ridurre la lunghezza della pista o il rumore, abilitando scali cittadini. Questa sfida, tuttavia, presenta ancora rischi collegati sia alla maturità delle tecnologie abilitanti, sia all’impatto sull’intera filiera del settore. È quindi indispensabile affrontare in modo strutturato il percorso di maturazione delle tecnologie, coinvolgendo sin dall’inizio l’intera filiera, per assicurare la coordinata e tempestiva crescita delle competenze.

### 3. ADOTTARE STRATEGIE DI POLICY DI TIPO MISSION-ORIENTED

Una considerazione ulteriore riguarda le grandi potenzialità del comparto *high-tech* nell’affrontare le nuove sfide della società. In questo campo politiche di tipo *mission oriented* appaiono quelle a più alto potenziale di ritorno e prevedono la realizzazione di “meta-progetti” – caratterizzati da obiettivi concreti, misurabili e ad alto valore per la cittadinanza – in grado di affrontare nel medio periodo i *Grand Challenges*, ovvero quelle sfide che caratterizzano la visione strategica della ricerca e che orientano le attività di ricerca e innovazione verso obiettivi di sostenibilità, sociale e ambientale.

Tra queste sfide, appare significativo il potenziale contributo dei settori ad alta tecnologia alla *trasformazione verde delle economie* (OECD, 2019). L’innovazione tecnologica rappresenta infatti il motore principale della trasformazione verso la cosiddetta *green economy*. Attualmente, i paesi avanzati investono ingenti risorse nelle politiche volte a sostenere investimenti nelle tecnologie verdi e le imprese sempre più di frequente inseriscono la sostenibilità ambientale tra gli obiettivi strategici da conseguire. Non si tratta solo di sostenibilità ambientale dei processi che portano allo sviluppo di nuove tecnologie e alla loro ingegnerizzazione, fino a divenire prodotti vendibili sul mercato, ma anche e soprattutto del contributo che le nuove tecnologie possono dare ai processi industriali e ai nuovi sistemi produttivi e di servizio in tutti i principali settori: dall’energia ai trasporti, dalle comunicazioni alla logistica (si veda Box 4 per alcuni esempi a riguardo).

In tale contesto, regolamentazioni ambientali sempre più stringenti non devono essere viste solamente come vincolo alle attività economiche ma come opportunità di generazione e diffusione di nuove tecnologie, di sviluppo di nuovi prodotti e nuovi mercati, di apertura di nuove fonti di competitività internazionale (Porter e van der Linde, 1995). In questa prospettiva le scelte di policy devono essere orientate a *massimizzare il contributo innovativo dei settori ad alta tecnologia* per accelerare i processi legati al miglioramento della sostenibilità ambientale del sistema produttivo e della società nel suo complesso, attraverso specifici investimenti pubblici in attività di R&S di tipo *mission-oriented*, l’introduzione di sussidi e incentivi per la generazione e diffusione di nuove tecnologie verdi.

#### Box 4: Innovazione e sostenibilità ambientale: il caso delle tecnologie relative al traffico aereo

Le previsioni stimano il raddoppio della flotta commerciale entro il 2036, con l’immissione sul mercato di 41.000 nuovi velivoli. Questo significa che l’impatto potenziale sull’ambiente del traffico aereo, considerato sotto diversi punti di vista, potrebbe essere molto significativo e pericoloso. Per questo è necessario adottare tutte le innovazioni tecnologiche e di processo per poter ridurre gli effetti negativi, senza penalizzare la crescita del traffico, con le ricadute positive che questa comporta.

Per ridurre le emissioni è importante intervenire anche per rendere sempre più efficiente il controllo del traffico aereo, per ridurre i tempi di attesa in decollo e atterraggio e ottimizzare le rotte. I sistemi di *Air Traffic Control* di ultima generazione consentono un controllo continuo del traffico aereo fornendo un quadro completo della rotta, dalla partenza fino all'atterraggio. Questi sistemi implementano il cosiddetto "*free routing*", che permette agli aeromobili di percorrere la rotta ideale senza alcun vincolo di traiettoria, con benefici in termini di (i) efficienza operativa, (ii) riduzione del consumo di carburante e (iii) minori emissioni nell'ambiente. Questa procedura, avviata nel dicembre 2016 da ENAV per le rotte sopra gli 11.000 metri di altitudine, è adesso operativa anche per quelle comprese tra i 9.000 e gli 11.000 metri. Grazie alla prima applicazione del *free routing*, le compagnie aeree che hanno attraversato lo spazio aereo italiano nel 2017 hanno risparmiato 30.000 tonnellate di carburante, con minori emissioni di CO<sub>2</sub> per 95.000 tonnellate. Secondo le stime, l'abbassamento della quota minima a 9.000 metri consente un ulteriore risparmio di circa 7.000 tonnellate di carburante e 21.000 tonnellate di CO<sub>2</sub>, su circa 70.000 voli in un anno.

Una delle principali e più promettenti innovazioni è la propulsione ibrido-elettrica. PROSIB – PROpulsione e Sistemi Ibridi – è il primo progetto a livello nazionale che si propone studiare la fattibilità di applicazioni della propulsione ibrida/elettrica ai velivoli regionali e alle piattaforme ad ala rotante. Risponde agli obiettivi di sostenibilità del trasporto aereo indicati da IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Flightpath 2050 e ICAO (International Civil Aviation Organization) ed è condotto da un team composto da aziende, enti accademici e centri di ricerca, con il duplice obiettivo (i) di formare esperti per centri di eccellenza in cui concentrare gli ulteriori sviluppi tecnici e industriali e (ii) di proporre soluzioni innovative per il trasporto aereo a corto raggio.

Anche l'utilizzo di materiali innovativi può contribuire in modo significativo a ridurre consumi di carburante e emissioni inquinanti. Per rendere aerei e elicotteri più leggeri e resistenti, si utilizza, laddove possibile, il carbonio in sostituzione dei materiali metallici. L'impiego del carbonio, infatti, oltre a permettere una maggiore efficienza operativa, con riduzioni di consumi di carburante del 10-15% e di emissioni di gas serra di circa il 20%, consente di prolungare la vita utile dei velivoli, risparmiando risorse. Tra i velivoli civili e militari con parti in carbonio vi sono, ad esempio, il Boeing 787, l'ATR, l'Eurofighter, l'F35 e l'NH90. Anche all'interno degli aeroporti c'è margine per ridurre l'impatto ambientale. Innovativi sistemi di smistamento dei bagagli consentono risparmi energetici di circa il 30% rispetto ai sistemi tradizionali.

Infine, i sistemi virtuali per l'addestramento dei piloti permettono di ridurre le ore di volo reali, con impatti positivi (i) sulla sicurezza dei piloti, (ii) sul prolungamento della vita dei velivoli e (iii) sulla riduzione dei consumi e dell'inquinamento ambientale e acustico.

#### 4. MASSIMIZZARE IL RITORNO DEI PROGRAMMI PER LA RICERCA E L'INNOVAZIONE

I risultati dell'analisi di impatto realizzata nell'ambito del Rapporto mostrano come un aumento dei livelli di attività economica sviluppata nei settori ad alta tecnologia sia in grado di generare effetti espansivi sull'intera economia sia in termini di crescita del valore aggiunto sia in termini di aumenti di efficienza produttiva. Nell'analisi vengono quindi misurati gli effetti propri dei processi di industrializzazione risultanti dalle attività di ricerca e innovazione sviluppate nei settori ad alta tecnologia, che si è dimostrato essere capaci di diffondersi nel complesso dell'economia. Per questa ragione, appare importante che i programmi di finanziamento pubblico per la ricerca e l'innovazione sia nazionali, ma anche e soprattutto europei, siano in grado di tradursi in applicazioni industriali in modo da dispiegare pienamente il proprio impatto sul sistema produttivo. Questo non significa che la ricerca applicata debba necessariamente essere privilegiata rispetto a quella di base, ma che

occorre realizzare un processo di convergenza strategica in modo da evitare una eccessiva frammentazione delle risorse, focalizzando i finanziamenti attorno a progetti di grandi dimensioni capaci di generare elevati effetti di *spillover* su tutta la filiera produttiva. D'altra parte l'Italia deve aumentare il ritorno derivante dalla partecipazione ai programmi europei destinati al finanziamento della ricerca e dell'innovazione. In quest'ambito occorre da un lato creare un effetto "sistema paese" in grado di sostenere la partecipazione italiana e aumentarne le potenzialità di successo "in domanda"; dall'altro garantire adeguate e certe risorse per il co-finanziamento dei progetti.

## 5. SVILUPPARE UNA PIATTAFORMA INDUSTRIALE EUROPEA

L'ultima direttrice di *policy* qui evidenziata è quella relativa all'opportunità di sviluppare una piattaforma industriale europea. Mentre nel caso delle piattaforme digitali l'economia europea appare in difficoltà rispetto ad altre aree economiche, anche come evidenziato in questo studio, le principali economie del vecchio continente detengono ancora un potenziale manifatturiero rilevante che include una componente ad alta tecnologia fortemente competitiva a livello internazionale. Per sostenere ed aumentare i vantaggi competitivi che tuttora alcuni settori detengono, occorre necessariamente far leva sulle economie di scala (rilevanti sia nella produzione di beni materiali sia nella produzione di nuova conoscenza tecnologica) che soltanto una piattaforma manifatturiera di dimensione europea può generare. Una convergenza su una strategia comune in tal senso avverrebbe in un momento di grandi cambiamenti a livello industriale e consentirebbe di cogliere pienamente i vantaggi derivanti dalla digitalizzazione dei processi produttivi. L'Italia, in considerazione della forte componente industriale all'interno del proprio sistema produttivo e del peso che, come secondo player manifatturiero, riveste a livello europeo, ha il compito di svolgere un ruolo propulsivo in questo processo di convergenza. In tale prospettiva l'approccio Industry 4.0 deve essere rafforzato sia nell'ambito delle politiche nazionali sia nella logica di una politica industriale europea, al fine di colmare il ritardo digitale sempre evidenziato nel confronto con le altre economie europee e richiamato anche in questo rapporto e di consentire al Paese di abbandonare definitivamente un modello di crescita economica tradizionale basato sulla competitività di costo per puntare su un modello fondato sulla competitività tecnologica, vero motore di crescita e sviluppo di lungo periodo.



## Bibliografia

- Ambrosetti (2018). La filiera italiana dell'aerospazio, della difesa e della sicurezza. Come creare sviluppo industriale, nuove competenze tecnologiche e crescita per il sistema Paese, The European House Ambrosetti, settembre 2018.
- Antonelli, C. (2019). *The Knowledge Growth Regime: A Schumpeterian Approach*. Springer.
- Antonelli, C., Barbiellini Amidei, F., Giannetti, R., Gomellini, M., Pastorelli, S., Pianta, M. (2007), *Innovazione tecnologica e sviluppo industriale nel secondo dopoguerra* Collana Storica della Banca d'Italia, Bari, Laterza.
- Antonelli C., Barbiellini Amidei F., Fassio C. (2014). The mechanisms of knowledge governance: State owned enterprises and Italian economic growth, 1950–1994. *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 31, pp. 43-63.
- Bogliacino, F., Lucchese, M., Nascia, L., e Pianta, M. (2017). Modelling the virtuous circle of innovation. A test on Italian firms. *Industrial and Corporate Change*, 26(3): 467-484.
- Borrás, S., & Edquist, C. (2019). *Holistic Innovation Policy: Theoretical Foundations, Policy Problems, and Instrument Choices*. Oxford University Press.
- Brancati, B., Brancati, R., Guarascio, D., Iapadre, L., Maresca, A., Romagnoli, M. e Zanfei, A. (2018). *Study on Firm-Level Drivers of Export Performance and External Competitiveness in Italy*. DGEFIN Technical Report.
- Centra, M., Gualtieri, V., Guarascio, D. e Raitano, M. (2019). *Aspetti evolutivi del mercato del lavoro nei paesi dell'UE* in Pizzuti F. (Ed.) *Rapporto sullo Stato Sociale 2019*, Roma: Sapienza Editore.
- Confindustria (2019). *Dove va l'economia italiana e gli scenari geoeconomici*, Centro Studi Confindustria, primavera 2019.
- Crespi F., Pianta M. (2008), *Diversity in innovation and productivity in Europe*, *Journal of Evolutionary Economics* 18, 259-275.
- Crespi, F. e Guarascio, D. (2019). The demand-pull effect of public procurement on innovation and industrial renewal. *Industrial and Corporate Change*, 28 (4), pp. 793–815.
- De Stefano, V. (2016). The Rise of the 'Just-in-Time Workforce': On-Demand Work, Crowd Work and Labour Protection in the 'Gig-Economy', ILO Working paper- Conditions of Work and Employment Series, WP 71/2016.
- Dosi, G., Guarascio, D., Ricci, A., e Virgillito, M. E. (2018). Neodualism in the Italian business firms: training, organizational capabilities and productivity distributions. INAPP Working Paper, 1/2018.
- Fanti, L., Guarascio, D. e Tubiana, M. (2019). *Skill Gap, Mismatch, and the Dynamics of Italian Companies' Productivity*, LEM paper series 2019/30, Laboratory of Economics and Management (LEM), Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, Italy, 2019.

- Florio, M., Forte, S., Pancotti, C., Sirtori, E. e Vignetti, S. (2018). Exploring Cost-Benefit Analysis of research, development and innovation structures: an evaluation framework, European Investment Bank (EIB) Institute.
- Galindo-Rueda, F., & Verger, F. (2016). OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R & D Intensity.
- Gabriel, L. F., & Ribeiro, L. C. de S. (2019). Economic growth and manufacturing: An analysis using Panel VAR and intersectoral linkages. *Structural Change and Economic Dynamics*, 49, 43–61.
- Giffoni, F., Schubert, T., Kroll, H., Zenker, A., Griniece, E., Gulyas, O., Angelis, J., Reid, A., Vignetti, S. (2018). Literature review on research infrastructure impact assesment. RI-PATHS Project.
- Guarascio, D., Pianta, M. e Bogliacino, F. (2016). Export, R&D and new products: A model and a test on european industries, *Journal of Evolutionary Economics*, 26(4): 869-905.
- IDEA (2018). Economic Footprint of 9 European RTOs in 2015-2016, Final Report for European Association of Research and Technology Organizations (EARTO), March 2018.
- Kleinknecht, A., van Schaik, F. N., e Zhou, H. (2014). Is flexible labour good for innovation? Evidence from firm-level data. *Cambridge Journal of Economics*, 38(5): 1207-1219.
- Lucchese, N., Nascia, L. e Pianta, M. (2016). Industrial policy and technology in Italy. In Perspectives on industrial policies in Italy and in Europe: a forum, *Economia e Politica Industriale, Journal of Industrial and Business Economics*, 43(3).
- Mazzucato, M. (2014). *Lo Stato Innovatore*. Editori Laterza.
- Mazzucato, M. (2018). Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union: A problem-solving approach to fuel innovation-led growth, European Commission, Bruxelles.
- Meda, D. (2016). The future of work: the meaning and value of work in Europe. "ILO Research paper", n.18/2016.
- OECD (2019), Innovation and Business/Market Opportunities associated with Energy Transitions and a Cleaner Global Environment, Issue Paper Prepared by the OECD as input for the 2019 G20 Ministerial Meeting on Energy Transitions and Global Environment for Sustainable Growth.
- Oxford Economics e Prometeia (2013). Il contributo di Finmeccanica all'economia italiana. Tecnologia, crescita e investimenti.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research policy*, 13(6): 343-373.
- Peneder, M. (2010). Technological regimes and the variety of innovation behaviour: Creating integrated taxonomies of firms and sectors. *Research Policy*, 39(3), 323-334.
- Porter, M., van der Linde, C., (1995), Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship, *Journal of Economics Perspectives*, Vol. 9, pp. 118 -1995.
- Romano, L. e Traù, F. (2019). L'industria italiana e la produttività. Che cosa significa essere competitivi? Nota dal Centro Studi Confindustria (CSC) n. 4/2019.

- Simonazzi, A., Ginzburg, A. e Nocella, G. (2013). Economic relations between Germany and southern Europe. *Cambridge Journal of Economics*, 37(3): 653-675.
- Tregenna, F. (2009). Characterising deindustrialisation: An analysis of changes in manufacturing employment and output internationally. *Cambridge Journal of Economics*, 33, 433-466.
- Vivarelli, M. (2014). Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: A survey of economic literature. *Journal of Economic Issues*, 48(1): 123-154.

## Appendice

**Tabella A1. Raccordo tra le classificazioni ISIC Rev 4 e ISIC Rev 3**

	Rev.4	Rev.3
<b>High R&amp;D intensity industries</b>	<p>303: Air and spacecraft and related machinery 21: Pharmaceuticals 26: Computer, electronic and optical products</p> <p>72: Scientific research and development 582: Software publishing</p>	<p>353: Aircraft and spacecraft 2423: Pharmaceuticals 30+32: Office, accounting and computing machinery+ Radio, television and communication equipment</p> <p>73: Research and development <i>n.a.</i></p>
<b>Medium-high R&amp;D intensity industries</b>	<p>252: Weapons and ammunition 29: Motor vehicles, trailers and semi-trailers 325: Medical and dental instruments 28: Machinery and equipment n.e.c. 20: Chemicals and chemical products</p> <p>27: Electrical equipment 30X: Railroad, military vehicles and transport n.e.c. (ISIC 302, 304 and 309) 62-63: IT and other information services</p>	<p><i>n.a.</i> 34: Motor vehicles, trailers and semi-trailers 33: Medical, precision and optical instruments 29: Machinery and equipment, n.e.c. 24 less 2423: Chemicals excluding pharmaceuticals</p> <p>31: Electrical machinery and apparatus, nec 352+359: Railroad equipment and transport equipment n.e.c. 72: Computer and related activities</p>
<b>Medium R&amp;D intensity industries</b>	<p>22: Rubber and plastic products 301: Building of ships and boats 32X: Other manufacturing except medical and dental instruments (ISIC 32 less 325) 23: Other non-metallic mineral products 24: Basic metals 33: Repair and installation of machinery and equipment</p>	<p>25: Rubber and plastics products 351: Building and repairing of ships and boats <i>n.a.</i> 26: Other non-metallic mineral products 27: Basic metals <i>n.a.</i></p>
<b>Medium-low R&amp;D intensity industries</b>	<p>13: Textiles 15: Leather and related products 17: Paper and paper products 10-12: Food products, beverages and tobacco 14: Wearing apparel</p> <p>25X: Fabricated metal products except weapons and ammunition (ISIC 25 less 252) 19: Coke and refined petroleum products</p> <p>31: Furniture 16: Wood and products of wood and cork 18: Printing and reproduction of recorded media 69-75X: Professional, scientific and technical activities except scientific R&amp;D (ISIC 69 to 75 less 72) 61: Telecommunications 05-09: Mining and quarrying 581: Publishing of books and periodicals</p>	<p>17: Textiles 19: Leather, leather products and footwear 21: Pulp, paper and paper products 15-16: Food products, beverages and tobacco 18: Wearing apparel, dressing and dyeing of fur</p> <p>28: Fabricated metal products, except machinery and equipment 23: Coke, refined petroleum products and nuclear fuel</p> <p>36: Manufacturing n.e.c. 20: Wood and products of wood and cork 22: Printing and publishing 71+74: Renting of machinery and equipment+ Other business activities 64: Post and telecommunications 10-14: Mining and quarrying <i>n.a.</i></p>
<b>Low R&amp;D intensity industries</b>	<p>64-66: Financial and insurance activities 35-39: Electricity, gas and water supply, waste management and remediation 59-60: Audiovisual and broadcasting activities 45-47: Wholesale and retail trade 01-03: Agriculture, forestry and fishing 41-43: Construction 77-82: Administrative and support service activities 90-99: Arts, entertainment, repair of household goods and other services</p> <p>49-53: Transportation and storage 55-56: Accommodation and food service activities 68: Real estate activities</p>	<p>65-67: Financial intermediation 40-41: Electricity, gas and water supply</p> <p><i>n.a.</i> 50-52: Wholesale and retail trade - repairs 01-05: Agriculture, hunting, forestry and fishing 45: Construction <i>n.a.</i> 90-93+95+99: Other community, social and personal services+ Private households with employed persons+ Extra-territorial organizations and bodies 60-63: Transport and storage 55: Hotels and restaurants 70: Real estate activities</p>

## I modelli Panel SVAR (P-SVAR)

L'analisi empirica del presente lavoro volta ad analizzare se i settori ad alta tecnologia contribuiscono alla crescita economica in misura diversa rispetto ad altri è stata realizzata applicando la metodologia Panel SVAR (P-SVAR) ad effetti fissi (Pedroni, 2013) in grado di isolare gli *shock* esogeni che colpiscono le singole variabili considerate. Nella seguente appendice sono quindi evidenziate le principali caratteristiche della metodologia in questione. Indicando con  $i = 1, \dots, N$  ciascuno dei 15 paesi inclusi nel sample di riferimento, la forma ridotta di un modello P-SVAR può essere formalizzata come nell'Equazione 1

$$X_{it} = A_i(L)X_{it-1} + \alpha_i + u_{it} \quad (1)$$

dove  $X_{it}$  è il vettore  $k \times 1$  delle variabili considerate;  $A_i$  è la matrice  $k \times k$  dei coefficienti della forma ridotta del modello;  $\alpha_i$  identifica gli effetti fissi paese e  $u_{it}$  è il vettore  $k \times 1$  dei termini di errore.

Affinché tali modelli possano essere utilizzati per valutare l'effettiva dinamica delle variabili di interesse a seguito della realizzazione di *shock* è necessario che questi ultimi, rappresentati dai residui delle singole equazioni, siano tra loro ortogonali, ovvero esogeni. Diventa pertanto fondamentale identificare gli *shock* effettivamente esogeni, anche detti strutturali o primitivi, che colpiscono le variabili del modello e di cui si è interessati a valutarne gli effetti. Per far ciò è necessario passare dalla forma ridotta alla forma strutturale del modello, imponendo una strategia di identificazione. Il modello nella sua forma strutturale assumerà, quindi, la seguente forma (Equazione 2).

$$B_{0i}X_{it} = B_i(L)X_{it-1} + \alpha_i + e_{it} \quad (2)$$

dove  $B_{0i}$  è la matrice  $k \times k$  che definisce le relazioni contemporanee tra le variabili e  $e_{it}$  è il vettore  $k \times 1$  degli *shock* strutturali o esogeni a media nulla, varianza costante e non correlati tra loro.

In questo caso l'identificazione degli *shock* avviene imponendo  $(k^2 - k)/2$  restrizioni sulla matrice  $B_{0i}$  nell'Equazione 2. Nel nostro caso ciò avviene applicando una Cholesky decomposition, la quale consiste nell'assumere che la matrice delle relazioni contemporanee tra le variabili ( $B_{0i}$ ) sia triangolare inferiore, ovvero tale per cui i suoi elementi  $b_{ij}$  siano nulli per  $j > i$ . In particolare, l'applicazione di tale strategia richiede che la variabile che ricopre la  $j$ -esima posizione nel VAR risponde contemporaneamente a *shock* che colpiscono le variabili nelle posizioni  $i \leq j$ . Nel caso di un modello P-SVAR in tre variabili come il nostro, la strategia di identificazione può essere formalizzata come nell'Equazione 3

$$B_{0i}X_{it} = \begin{bmatrix} a_{i11} & 0 & 0 \\ a_{i21} & a_{i22} & 0 \\ a_{i31} & a_{i32} & a_{i33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_i^1 \\ x_i^2 \\ x_i^3 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Una volta che gli *shock* sono così identificati, diventa possibile stimare le funzioni di risposta (IRF) ad impulso, ovvero la dinamica delle variabili in  $X_{it}$  quando uno degli *shock* esogeni in  $e_{it}$  aumenta dell'1%. In questo modo il modello permetterà di comprendere se gli *shock* stimati hanno un effetto transitorio o permanente sulla variabile interesse; e se gli effetti sulla variabile di interesse sono diversi a seconda dello *shock* considerato.

**Report**

Ottobre 2019



[www.CentroEconomiaDigitale.com](http://www.CentroEconomiaDigitale.com)