



# **RELAZIONE SULLA RICERCA E L'INNOVAZIONE IN ITALIA**

---

*ANALISI E DATI DI POLITICA  
DELLA SCIENZA E DELLA TECNOLOGIA*

*Seconda Edizione  
Ottobre 2019*



Consiglio Nazionale delle Ricerche

ISBN 978 88 8080 357 7



2019

© Cnr Edizioni  
P.le Aldo Moro, 7 - 00185 Roma  
[www.edizioni.cnr.it](http://www.edizioni.cnr.it)

# **RELAZIONE SULLA RICERCA E L'INNOVAZIONE IN ITALIA**

**ANALISI E DATI DI POLITICA  
DELLA SCIENZA E DELLA TECNOLOGIA**

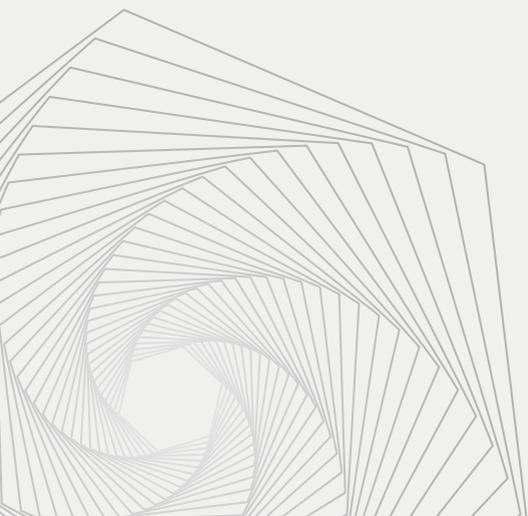
*Seconda Edizione  
Ottobre 2019*

*Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Roma, Ottobre 2019*

*CODICE ISBN versione elettronica - 978 88 8080 357 7*



# INDICE



# Indice

<b>LISTA DEGLI AUTORI</b>	<b>10</b>
<b>PRESENTAZIONE E RINGRAZIAMENTI</b>	<b>12</b>
<b>EXECUTIVE SUMMARY</b>	<b>14</b>
<b>CAPITOLO 1</b>	
<b>LA PARTECIPAZIONE ITALIANA AI PROGRAMMI QUADRO EUROPEI: LA STRUTTURA DELLE RETI DI COLLABORAZIONE</b>	<b>19</b>
Sommario	20
1.1 - L'Italia nei Programmi Quadro europei: lo stato dell'arte	21
1.2 - Metodologia	25
1.3 - Chi sono gli italiani che partecipano ai Programmi Quadro europei	28
1.3.1 - Le organizzazioni partecipanti	28
1.3.2 - La distribuzione del finanziamento dei Progetti Quadro FP7 e Horizon 2020	31
1.3.3 - Analisi di Network	33
1.4 - Conclusioni	44
Riferimenti bibliografici	47
<b>CAPITOLO 2</b>	
<b>I SETTORI SCIENTIFICI DI FORZA E DI DEBOLEZZA DELLA RICERCA ACCADEMICA ITALIANA</b>	<b>49</b>
Sommario	50

2.1 - Introduzione	51
2.2 - Misurazione del posizionamento scientifico a livello di settore disciplinare: analisi della letteratura	52
2.3 - Una nuova metodologia per identificare i punti di forza e di debolezza scientifici delle nazioni	55
2.4 - Risultati per le Aree Disciplinari Universitarie e i Settori Scientifico Disciplinari delle università italiane	62
2.4.1 - Punti di forza e di debolezza a livello di area disciplinare universitaria	63
2.4.2 - Punti di forza e di debolezza a livello di settore scientifico disciplinare	64
2.5 - Una discussione dei risultati conseguiti	75
Riferimenti bibliografici	77

### CAPITOLO 3

#### **LA STRUTTURA DEMOGRAFICA DEI RICERCATORI ITALIANI: COME PROCEDE IL RICAMBIO GENERAZIONALE? 81**

Sommario	82
3.1 - Introduzione: abbiamo bisogno di ricercatori?	83
3.2 - Quadro di riferimento: nel mondo della conoscenza l'età è solo un numero?	84
3.3 - Il personale addetto alla R&S: stock e dinamiche	88
3.3.1 - L'evoluzione degli stock di ricercatori	90
3.3.2 - I ricercatori italiani sono più vecchi che altrove? Qualche confronto internazionale	91
3.4 - L'evoluzione della struttura per età dei ricercatori negli anni duemila	94
3.5 - Due approfondimenti: il quadro normativo e gli assegnisti di ricerca	100
3.5.1 - In che misura il quadro normativo di riferimento ha inciso sulla struttura demografica dei ricercatori italiani?	100
3.5.2 - L'incidenza degli assegnisti di ricerca	102

3.6 - Il volume e la struttura per età dei ricercatori per settore di attività: una stima al 2025	106
3.6.1 - Metodologia di stima	107
3.6.2 - Risultati delle stime	108
3.7 - Che implicazioni ha l'invecchiamento dei ricercatori, e che cosa si può fare per contrastarlo?	114
Riferimenti bibliografici	119
<b>CAPITOLO 4</b>	
<b>LA DOMANDA PUBBLICA D'INNOVAZIONE: VERSO UN PIANO D'AZIONE PER IL PROCUREMENT DI RICERCA E SVILUPPO IN ITALIA</b>	<b>123</b>
Sommario	124
4.1 - Introduzione	125
4.2 - Il procurement d'innovazione, un quadro europeo	126
4.3 - Il procurement di ricerca e sviluppo, definizioni	129
4.4 - Fonti di dati e limiti della misurazione	130
4.4.1 - Tender's electronic daily (TED)	131
4.4.2 - La piattaforma per il procurement di innovazione	133
4.5 - Una prospettiva comparata	133
4.6 - Il Caso Italiano	139
4.6.1 - Il quadro strategico e programmatico dell'Italia	139
4.6.2 - I dati, un quadro di sintesi	140
4.6.3 - Gli attori	142
4.7 - Conclusioni	146
Riferimenti bibliografici	149
Appendice	152

**CAPITOLO 5**

**GLI INDICATORI DELLA RICERCA E DELL'INNOVAZIONE:**

**TABELLE E FIGURE** 155

**GLOSSARIO** 173

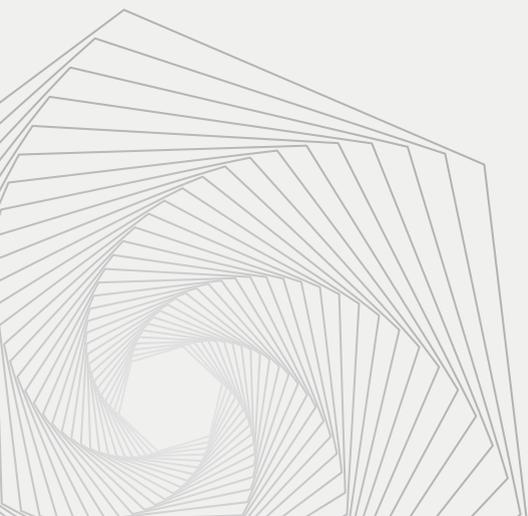
**INDICE DELLE FIGURE** 178

**INDICE DELLE TABELLE** 180

**INDICE DEI BOX** 182



# **INTRODUZIONE**



## Lista degli autori

**Giovanni Abramo**, dirigente tecnologo presso il CNR-IASI e professore onorario alla Management School dell'Università di Waikato, Nuova Zelanda, si occupa di valutazione della ricerca e scientometria applicata.

**Daniele Archibugi**, direttore f.f. del CNR-IRPPS e docente all'Università di Londra, Birkbeck College, si occupa di economia e politica della scienza, della tecnologia e dell'innovazione e delle dinamiche della globalizzazione.

**Massimiliano Crisci**, ricercatore presso il CNR-IRPPS, si occupa di studi di popolazione con particolare interesse alle migrazioni, alla mobilità intra-urbana e alle previsioni demografiche.

**Ciriaco Andrea D'Angelo**, professore associato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Impresa, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", ricercatore associato presso il CNR-IASI, si occupa di bibliometria, valutazione della ricerca e analisi quantitative della scienza.

**Andrea Filippetti**, ricercatore presso il CNR-ISSIRFA, affiliato alla London School of Economics and Political Science, si occupa di innovazione tecnologica, politiche regionali sull'innovazione, decentramento e autonomia regionale.

**Lucio Morettini**, ricercatore presso CNR-IRCRES, si occupa di dinamiche di occupazione dei lavoratori ad alta formazione, istituzioni e politiche del settore pubblico di R&S e metodi di valutazione di impatto della ricerca.

**Emanuela Reale**, dirigente di ricerca presso CNR-IRCRES, responsabile dell'Unità di Roma, si occupa di istituzioni e politiche del settore pubblico di R&S, governance, strumenti di finanziamento e metodi di valutazione dell'università e degli enti di ricerca.

**Raffaele Spallone**, assegnista post-dottorale presso il CNR-ISSIRFA. I suoi interessi di ricerca riguardano il sostegno pubblico alle imprese, l'innovazione ed il public procurement.

**Fabrizio Tuzi**, direttore f.f. del CNR-ISSIRFA, si occupa di politica della scienza, amministrazione pubblica, finanza regionale e trasporto pubblico locale.

**Antonio Zinilli**, assegnista di ricerca presso CNR-IRCRES e docente a contratto presso l'Università Sapienza di Roma. Si occupa di politiche della ricerca e innovazione, network analysis ed econometria spaziale.

## Presentazione e ringraziamenti

Numerosi colleghi hanno contribuito a questa iniziativa. Prima di tutto, desideriamo ringraziare il Presidente e il Vicepresidente del CNR, Professor Massimo Inguscio e Professor Tommaso Edoardo Frosini, per aver promosso questa periodica Relazione. Nell'ambito del CNR, si è costituito, presso il Dipartimento Scienze Umane e Sociali, Patrimonio Culturale (DSU), per iniziativa del Direttore del Dipartimento, Professor Gilberto Corbellini, uno specifico gruppo di lavoro dedicato all'elaborazione di questa Relazione e, più in generale, all'analisi delle politiche e delle strategie relative alla scienza e alla tecnologia. Il gruppo di lavoro usufruisce della partecipazione di colleghi di quattro diversi Istituti del CNR: l'Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali (IRPPS), l'Istituto di Ricerca sulla Crescita Economica Sostenibile (IRCRES), l'Istituto per gli Studi sui Sistemi Regionali Federali e sulle Autonomie (ISSIRFA) e l'Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica (IASI) e si è avvalso della collaborazione di alcuni colleghi esterni al CNR.

Hanno partecipato al gruppo di lavoro:

Abramo Giovanni, *IASI-CNR*

Archibugi Daniele, *IRPPS-CNR*

Avveduto Sveva, *IRPPS-CNR*

Cavallaro Chiara, *ISSIRFA-CNR*

Cerulli Giovanni, *IRCRES-CNR*

Crisci Massimiliano, *IRPPS-CNR*

D'Angelo Ciriaco Andrea, *Università di Roma Tor Vergata*

Di Tullio Ilaria, *IRPPS-CNR*

Evangelista Rinaldo, *Università di Camerino*

Fabrizio Serena, *IRCRES-CNR*

Filippetti Andrea, *ISSIRFA-CNR*

Morettini Lucio, *IRCRES-CNR*

Palma Daniela, *ENEA*

Pisacane Lucio, *IRPPS-CNR*

Potì Bianca, *IRCRES-CNR*

Reale Emanuela, *IRCRES-CNR*

Ruggiero Gianpiero, *Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e i Trasporti, CNR*

Spallone Raffaele, *ISSIRFA-CNR*

Spinello Andrea Orazio, *IRCRES-CNR*

Tudisca Valentina, *IRPPS-CNR*

Tuzi Fabrizio, *ISSIRFA-CNR*

Valente Adriana, *IRPPS-CNR*

Zinilli Antonio, *IRCRES-CNR*

Un particolare ringraziamento ai colleghi Daniela Palma e Gaetano Coletta, dell'Osservatorio sull'Italia nella Competizione Tecnologica Internazionale dell'Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA), per aver messo a disposizione la banca dati ENEA sul commercio di prodotti ad alta tecnologia (Figure 5.14, 5.15 e 5.16) e a Rinaldo Evangelista, Università di Camerino, per le elaborazioni della Figura 5.17. Ci siamo altresì avvalsi ripetutamente della collaborazione dei colleghi dell'ISTAT, in particolare di Valeria Mastrostefano, Maura Steri, Annamaria Urbano e Antonella Ciccarese, che ringraziamo per aver facilitato l'accesso ai dati da loro prodotti e fornito preziosi chiarimenti. Un ringraziamento anche a Ferruccio Trofino per aver reso disponibili i dati sui Dottori di Ricerca dal database Cineca.

Un sentito ringraziamento, per i dati forniti e la preziosa collaborazione, a Mauro Draoli e a tutto l'ufficio "Strategie di procurement e innovazione del mercato" di AgID.

Desideriamo inoltre ringraziare Rosanna Godi (DSU) per il contributo prestato nella gestione amministrativa del Progetto, Raffaele Spallone per aver preparato il Glossario, Cristiana Crescimbene e Laura Sperandio per aver preparato gli indici.

*Daniele Archibugi e Fabrizio Tuzi (coordinatori)*

## Executive Summary

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche fornisce informazioni, analisi e dati sulla scienza, la tecnologia e l'innovazione anche tramite questa periodica Relazione. Il documento si propone di offrire un contributo sistematico su come sono impiegate le risorse pubbliche, anche attraverso confronti internazionali, prestando particolare attenzione al quadro complessivo in cui operano quanti, nelle università, negli Enti Pubblici di Ricerca e nelle imprese, sono impegnati quotidianamente nella generazione e diffusione di nuove conoscenze.

Anche questa seconda Relazione<sup>1</sup> riporta l'attenzione sui dati di fatto, privilegiando le analisi quantitative e specifici studi di caso. Occorre sottolineare come i dati sulla scienza, la tecnologia e l'innovazione siano di tipo strutturale, conseguentemente le variazioni degli indicatori, se considerate di anno in anno, sono modeste. Per tale ragione sono stati riportati e aggiornati nel Capitolo 5 solo alcuni degli indicatori che abbiamo ritenuto essere i più significativi; per una più esaustiva analisi delle statistiche, rimandiamo pertanto alla Relazione passata.

La Relazione presenta quattro approfondimenti.

Il **capitolo 1** è dedicato alla partecipazione italiana ai Programmi Quadro europei, una modalità essenziale non solo per reperire finanziamenti per la ricerca e l'innovazione, ma anche per collaborare (e quindi per apprendere, acquisire competenze e diffondere quanto prodotto) direttamente con gruppi di ricerca di altri paesi. È ben noto che la ricerca e l'innovazione nel nostro paese, come negli altri membri dell'Unione Europea, trae grande beneficio dai programmi svolti in collaborazione. Lo studio arriva in un momento cruciale: l'Ottavo Programma Quadro, Horizon 2020 (2014-2020), giungerà a naturale conclusione tra breve, mentre è già in fase avanzata di progettazione il prossimo Programma Quadro Horizon Europe (2021-2027). Il passaggio tra l'Ottavo e il Nono Programma Quadro si accompagna all'uscita del Regno Unito dall'Unione Europea. Con Brexit, l'Unione Europea perde un partner assai importante nella ricerca europea, addirittura il se-

---

<sup>1</sup> La prima è stata pubblicata dal CNR nel giugno del 2018 ed è disponibile anche online al sito [http://www.dsu.cnr.it/relazione\\_ricerca\\_innovazione/volume/Relazione\\_sulla\\_ricerca\\_e\\_innovazione\\_in\\_Italia\\_webformat.pdf](http://www.dsu.cnr.it/relazione_ricerca_innovazione/volume/Relazione_sulla_ricerca_e_innovazione_in_Italia_webformat.pdf)

condo paese UE per quanto riguarda i finanziamenti conseguiti (Tabella 1.1) e quello con il numero più elevato di progetti coordinati (Tabella 1.2). I programmi e i gruppi di ricerca europei subiranno senz'altro una sostanziale riorganizzazione a seguito di Brexit, con nuove sfide ma anche opportunità.

L'analisi compiuta mostra (Tabella 1.1) che l'Italia continua ad essere un partecipante attivo nel primo triennio di Horizon 2020 (2014-2017), conseguendo l'8,1% dei finanziamenti, anche se ancora a notevole distanza dai maggiori paesi europei quali Germania (16,4%), Regno Unito (14,0%) e Francia (10,5%). Da segnalare, inoltre, che la Spagna, con il 9,8%, ha conseguito maggiori finanziamenti dell'Italia.

Prosegue quindi la nota situazione in cui il nostro paese contribuisce con il 12,5% al bilancio complessivo dei Programmi Quadro UE-28, ma riesce ad ottenere finanziamenti pari a solo l'8,7% (Tabella 1.3). Questo risultato è senz'altro dovuto al minore numero di ricercatori presenti nel nostro paese, e quindi ad un più scarso bacino di potenziali presentatori di domande. Eppure, il fatto che la Spagna, con un numero di ricercatori più basso dell'Italia, riesca ad ottenere finanziamenti pari al 9,8% deve porre alcune domande per appurare se gli incentivi forniti ai ricercatori e la struttura amministrativa del nostro paese siano adeguati. Come mostrato nella Tabella 1.2, il tasso di successo dei progetti presentati dal nostro paese è pari a solo il 7,5%, a fronte di una media totale di Horizon 2020 del 13,0%. Ci sono, in altre parole, margini importanti di miglioramento che è necessario perseguire.

Il capitolo presenta inoltre le tipologie dei partecipanti ai tre ultimi Programmi Quadro e quali siano le organizzazioni più attivamente impegnate. Con una originale analisi di network, il capitolo identifica anche in che misura ogni organizzazione svolge un ruolo centrale nella formazione e sviluppo dei gruppi di ricerca europei, e quale sia la relativa capacità di leadership dei gruppi medesimi, fornendo indicazioni che possono aiutare a comprendere meglio come aumentare il tasso di successo delle proposte presentate.

Il **capitolo 2** presenta un approfondimento sulla ricerca accademica nazionale, volto all'identificazione dei settori scientifico disciplinari di forza e di debolezza. L'analisi proposta si basa sulla osservazione della produzione scientifica di "eccellenza", ossia delle pubblicazioni che rientrano nel top 5% e 10% mondiale per numero di citazioni.

Altre analisi hanno confrontato le prestazioni dei vari settori disciplinari, senza tuttavia tenere in conto le risorse a loro destinate, per cui l'emergere di un settore di forza poteva essere semplicemente dovuto al fatto che fosse dimensionalmente più grande in termini di fattori produttivi impiegati. L'approccio proposto si fonda invece sull'assioma che i settori scientifici più forti siano quelli che, a parità di risorse impiegate per la ricerca, mostrano un numero maggiore di risultati eccellenti a livello internazionale e di ricercatori in grado di produrli.

La quantificazione di un set di indicatori input-output che traducono tale assioma, ha consentito di misurare e confrontare la performance di 218 settori scientifico disciplinari e, conseguentemente, di identificare quelli di forza e quelli di debolezza del sistema accademico di ricerca (Tabella 2.9).

Il **capitolo 3** è dedicato ad una analisi della struttura demografica dei ricercatori italiani. In che misura le varie generazioni sono rappresentate nel sistema accademico e quali sono le tendenze recenti? È stato più volte sostenuto che il personale di ricerca italiano è troppo vecchio. Sulla base dei dati disponibili, risulta infatti che l'incidenza degli ultracinquantenni è da noi più elevata rispetto ai nostri principali partner europei. Nelle università, l'età media dei docenti è di quasi 49 anni, e nelle istituzioni pubbliche è maggiore di 46 anni (Figura 3.2). Il problema va connesso al generale invecchiamento dei residenti e degli occupati nel nostro paese, ma testimonia anche la nota difficoltà di effettuare nel settore pubblico un reclutamento ordinario basato su una programmazione di lungo periodo. È, infatti, significativo constatare che i ricercatori nelle imprese hanno un'età sensibilmente minore a quella dei ricercatori universitari e del settore pubblico. Inoltre, i ricercatori universitari e delle istituzioni pubbliche sono mediamente più anziani del totale degli occupati, mentre quelli delle imprese sono più giovani (Figura 3.4).

Il capitolo presenta, inoltre, un approfondimento sugli assegnisti di ricerca delle università e degli Enti di Ricerca vigilati dal MIUR: nelle università sfiorano quasi il 20% dei ricercatori, quota che sale addirittura al 25% negli Enti di Ricerca (Figure 3.6 e 3.7). L'andamento, tuttavia, non è lineare suggerendo che il loro impiego dipenda spesso dalle disponibilità finanziarie delle istituzioni piuttosto che dai progetti scientifici. Il recente e ancora in corso processo di stabilizzazione del personale di ricerca avviato grazie al c.d. "Decreto Madia" ha senz'altro contribuito a ringiovanire gli Enti di Ricerca,

anche se ha lasciato aperto il problema di come affrontare il reclutamento ordinario nel lungo periodo.

Il capitolo offre anche alcune proiezioni su come potrebbe evolvere l'età media dei ricercatori nei settori pubblico e privato (Figura 3.9). In assenza di azioni strutturali, è improbabile che si possa giungere ad un sostanziale ringiovanimento del personale di ricerca. Per quanto riguarda il divario di genere, è confortante constatare che nelle istituzioni pubbliche esso potrebbe addirittura chiudersi entro il 2025, e si potrebbe ridurre sostanzialmente nelle università, ma rimarrebbe pressoché immutato nel settore delle imprese (Figura 3.11). È bene, tuttavia, segnalare che tali proiezioni non prendono in considerazione la progressione di carriera che, ancora oggi, penalizza le donne.

Il **capitolo 4** è dedicato ad individuare in che misura la domanda pubblica, attraverso il meccanismo degli appalti pubblici, può contribuire a generare nuova R&S e innovazione. Il *public procurement* di R&S è riuscito ad indirizzare e a promuovere l'innovazione nel nostro paese? Il capitolo mostra che gli avvisi di gare in R&S sono minori che nel Regno Unito e in Germania (Figura 4.4).

Dal punto di vista quantitativo, il procurement per R&S è modesto, e secondo la stima effettuata ammonta a 176 milioni di euro nel 2018, solamente lo 0,15% del totale dei beni e servizi acquistati dalla pubblica amministrazione. Il capitolo argomenta che basterebbe un aumento di questa modalità di intervento per incrementare notevolmente la spesa totale in R&S: ipotizzando un target di spesa per gli acquisti di R&S dell'1% del valore totale del *procurement* nazionale, si arriverebbe ad un incremento annuo di domanda pubblica di R&S di circa 1,35 miliardi (circa 6 volte gli impegni di spesa attuali).

Il capitolo suggerisce, infine, l'adozione di un *Piano nazionale sul procurement d'innovazione* che preveda azioni di supporto e coordinamento che possano incidere sui processi e sulle competenze delle pubbliche amministrazioni, riorientando i processi di spesa in senso innovativo.

Il **capitolo 5** presenta una sintesi dei principali indicatori della R&S. Per quanto riguarda la spesa per R&S in rapporto al PIL, gli ultimi anni mostrano che in Italia è in atto una lieve, anche se quasi impercettibile, ripresa

(Figura 5.1). A questa ripresa ha contribuito l'arresto della riduzione degli stanziamenti pubblici in rapporto alla spesa pubblica totale (Figura 5.4), che ha consentito quel più bilanciato impegno del settore delle imprese e del settore pubblico necessario per conseguire un aumento delle risorse destinate alla R&S auspicato da almeno quarant'anni ma ancora ben lungi dall'essere conseguito.

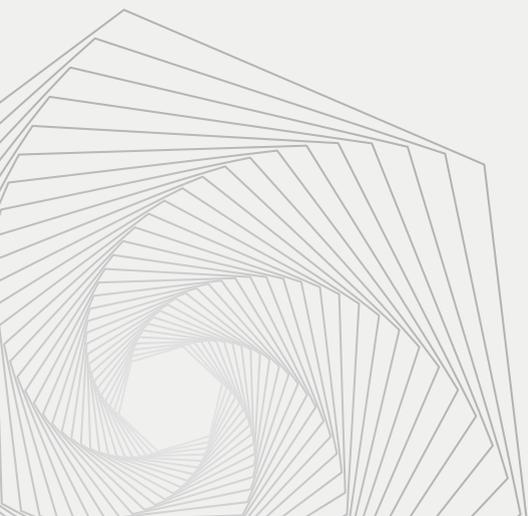
Per quanto riguarda la produzione scientifica, misurata sulla base delle pubblicazioni, si conferma il quadro già segnalato nella Relazione 2018, ossia di una comunità accademica che risponde coraggiosamente alle incertezze istituzionali, a cominciare da quelle relative ai finanziamenti statali, continuando a generare una quantità di pubblicazioni significativa sia come quota mondiale (Figura 5.11), sia per riconosciuta qualità (Figura 5.13), identificata tramite le citazioni ricevute.

La produzione di innovazioni generata dalle imprese, approssimata dal numero di brevetti, continua ad essere marginale, anche se il rapporto di brevetti depositati ogni 100.000 abitanti ha mostrato nell'ultimo biennio un incoraggiante miglioramento (Tabella 5.8). Per quanto riguarda il saldo commerciale nell'alta tecnologia, l'Italia continua ad avere un deficit, anche se nell'ultimo decennio è diventato meno rilevante. I settori high-tech dove si riscontrano le maggiori quote esportate si confermano essere l'Automazione industriale e la Farmaceutica.

# 1

## **LA PARTECIPAZIONE ITALIANA AI PROGRAMMI QUADRO EUROPEI: LA STRUTTURA DELLE RETI DI COLLABORAZIONE**

*Emanuela Reale e Antonio Zinilli*



## SOMMARIO

Il capitolo presenta alcuni dati sui Programmi Quadro europei per delineare lo stato dell'arte della partecipazione italiana, i tassi di successo rispetto ai progetti presentati, i finanziamenti e il coordinamento di proposte sottoposte, e il tasso di ritorno del finanziamento dell'Italia rispetto ad altri paesi.

Viene inoltre sviluppata un'analisi per approfondire le conoscenze sulle strutture e le tendenze dei modelli di collaborazione della ricerca italiana nel sesto e settimo Programma Quadro (FP6, FP7) e in Horizon 2020. L'obiettivo è presentare una riflessione complementare rispetto ai dati relativi alla partecipazione e al finanziamento delle proposte dei Programmi Quadro europei, focalizzando l'attenzione sulle reti di collaborazioni scientifiche, le quali rappresentano il valore aggiunto più importante per il miglioramento della qualità e per l'internazionalizzazione delle organizzazioni scientifiche, anche alla luce della partecipazione italiana al prossimo Programma Quadro Horizon Europe (2021-2027).

Le conclusioni presentano alcuni suggerimenti per il decisore politico che derivano dall'analisi svolta.

## 1.1 - L'Italia nei Programmi Quadro europei: lo stato dell'arte

L'importanza della partecipazione ai Programmi Quadro dell'Unione Europea è ampiamente documentata da moltissimi lavori (Barré et al., 2013; Hoekman et al., 2013; Nedeva, 2013), nei quali si sottolineano alcuni vantaggi particolarmente rilevanti che derivano dai finanziamenti europei, quali:

- la capacità di mobilitare risorse addizionali in sforzi di ricerca collaborativa che coinvolgono i migliori gruppi esistenti nei diversi paesi dell'Unione consentendo ricerca di eccellenza;
- la possibilità di instaurare collaborazioni integrate tra imprese e settore pubblico;
- la focalizzazione del lavoro scientifico su temi emergenti suscettibili di produrre innovazione e ricadute di tipo economico e sociale (Reale et al., 2013; Lepori et al., 2014; Ciffolilli et al., 2016).

Proprio a causa dei vantaggi descritti, la competizione per l'accesso alle risorse dei Programmi Quadro è molto elevata, e tende a crescere nel corso degli anni anche a causa dell'emergere di nuovi attori che partecipano allo sforzo di Ricerca e Sviluppo. I paesi che hanno maggiori investimenti in R&S e gli organismi di ricerca più internazionalizzati hanno un vantaggio rispetto ad altri dove le condizioni di partenza non incentivano la partecipazione. Ugualmente, diversi livelli di partecipazione e di successo si possono riscontrare in relazione alle condizioni locali di uno stesso paese, laddove esistano differenze territoriali particolarmente forti nel volume di R&S e nella qualità degli organismi di ricerca.

Osservando la partecipazione italiana ai Programmi Quadro europei, possiamo notare che essa è **connotata tradizionalmente da luci e ombre. Ancorché la capacità** del nostro paese di partecipare e di assicurarsi fondi europei sia migliorata notevolmente nel corso degli anni, permangono delle debolezze che sono legate ai problemi strutturali del sistema di ricerca e innovazione nazionale (Fabrizio et al., 2018).

Elementi positivi e negativi emergono anche dalle analisi più recenti (APRE, 2017; ANVUR, 2018; APRE, 2018) e sono riassunti nella tabella sotto riportata (Tabella 1.1). I dati restituiscono l'immagine di un paese con un basso tasso di successo a fronte di una alta numerosità di proposte sottoposte, che è seconda solo al Regno Unito (58.746 partecipanti contro i 62.746 del Regno Unito e i 58.159 della Germania). Nonostante la numerosità delle iniziative, non si rileva dunque un'adeguata capacità di superare la fase di selezione, in quanto le proposte sottoposte non sono completamente conformi alle richieste che derivano dai criteri di valutazione della Commissione Europea.

Ancorché la partecipazione dell'Italia in Horizon 2020 registri un lieve miglioramento sia come tasso di successo e numerosità delle partecipazioni, sia come contributo finanziario raccolto rispetto a FP7 (APRE, 2018), la distanza con il Regno Unito e i grandi paesi dell'Europa continentale resta molto elevata, compresa la Spagna che nel ciclo di Horizon 2020 mostra una performance in continuo miglioramento. Peraltro, il dato sul finanziamento recuperato è condizionato dalla struttura del costo dei ricercatori e del personale impegnato in progetti, ed è noto che l'Italia ha su questo aspetto un vincolo forte dovuto al minore costo del c.d. mese/uomo, utilizzato per calcolare il budget dei progetti di ricerca rispetto ad altri paesi europei, specialmente quelli del nord Europa.

**Tabella 1.1 - Partecipazioni e contributo finanziario 2014-2017 Horizon 2020 di alcuni paesi (tasso di successo e percentuale sul totale)**

Paesi	Partecipazioni		Finanziamenti	
	Tasso di successo partecipanti (proposte ammesse/proposte presentate)	Partecipazioni 2014-2017 (% sul totale)	Tasso di successo finanziario (finanziamenti ottenuti/finanziamenti richiesti)	Finanziamento 2014-2017 (% sul totale)
Germania	16,3	12,2	17,7	16,4
Regno Unito	14,9	12,1	13,9	14,0
Spagna	13,8	10,1	12,6	9,2
Francia	17,0	8,9	16,1	10,5
Paesi Bassi	16,5	6,3	16,1	7,6
Italia	12,2	9,2	10,5	8,1
Svezia	15,6	3,1	13,5	3,5
<b>Totale H2020</b>	<b>14,7</b>	<b>100,0</b>	<b>13,7</b>	<b>100,0</b>

Fonte: APRE, 2018.

Il quadro relativo alla partecipazione ai Progetti Horizon 2020 riportati nella Tabella 1.1 è **sostanzialmente simile a quanto emerge rispetto ai progetti europei che sono coordinati da partner italiani** (Tabella 1.2). Anche in questo caso, i dati registrano un miglioramento nel corso degli anni, ma la distanza con gli altri paesi sia in termini di tasso di successo sia in termini di finanziamento resta molto elevata e la performance del nostro paese è significativamente peggiore rispetto alla partecipazione in qualità di partner.

Tabella 1.2 - Coordinamento proposte e contributo finanziario 2014-2017  
Horizon 2020 in alcuni paesi  
(tasso di successo e percentuale sul totale)

Paesi	Coordinamento proposte		Contributo finanziario	
	Tasso di successo coordinamento	Progetti coordinati 2014-2017 (% sul totale)	Tasso di successo finanziario coordinamento	Budget progetti coordinati 2014-2017 (% sul totale)
Germania	14,4	10,8	18,4	16,7
Regno Unito	14,7	18,5	13,0	16,6
Spagna	11,5	12,5	10,7	9,2
Francia	13,6	9,2	13,3	10,3
Paesi Bassi	15,5	6,8	15,5	8,2
Italia	8,2	8,8	7,5	6,6
Svezia	11,3	2,8	10,1	3,1
<b>Totale H2020</b>	<b>11,8</b>	<b>100,0</b>	<b>13,0</b>	<b>100,0</b>

Fonte: APRE, 2018.

Gli effetti che si producono a causa delle anomalie sopra descritte si riflettono nella differenza tra il contributo versato dall'Italia ai Programmi Quadro comunitari e la quota di finanziamento accordato alle organizzazioni italiane, la quale segnala il problema, anch'esso tradizionale, dell'insufficiente ritorno dell'investimento complessivo fatto dal nostro paese per R&S nell'ambito dell'Unione Europea: per ogni euro di contributo il ritorno in termini di finanziamento alla ricerca italiana è di 0,69 (Tabella 1.3). Questo dato non indica che il contributo italiano allo sforzo di ricerca europeo sia troppo elevato. Al contrario, il dato indica la presenza di problemi strutturali nel sistema di ricerca, sviluppo e innovazione nazionale che andrebbero affrontati per migliorare la nostra competitività a livello internazionale.

**Tabella 1.3 – Differenza tra finanziamento accordato a progetti di vari paesi europei e contributo dei medesimi al budget europeo. Peso % contributo al budget UE-28, finanziamento richiesto e ottenuto**

	Finanziamento accordato /contributo al budget UE-28 in % del bilancio	Peso % contributo al budget UE-28	Finanziamenti richiesti sul totale (%)	Finanziamenti ottenuti sul totale (%)
Germania	0,88	20,7	14,1	18,2
Regno Unito	1,27	12,2	15,4	15,5
Spagna	1,18	8,3	10,7	9,8
Francia	0,66	17,2	9,7	11,4
Paesi Bassi	2,02	2,0	7,0	8,3
Italia	0,69	12,5	11,5	8,7

Fonte: ANVUR, 2018 Tabelle II6.2.3.3 e II6.2.3.4. Nota: Programma Horizon 2020. Dati dal 2014 al 02/10/2017.

Interessante, infatti, osservare che il basso ritorno rispetto al finanziamento accordato è largamente determinato dalla scarsa performance del nostro paese nel primo asse di Horizon 2020-Excellent Science, che riguarda prevalentemente due azioni dirette a sostenere ricerca non orientata di elevata qualità: finanziamenti ERC-European Research Council e azioni Marie Skłodowska-Curie. Infatti, il rapporto tra finanziamento accordato e contributo al Budget Horizon 2020 utilizzato fino al 2.10.2017<sup>1</sup> è pari a 0,53 per il pilastro Excellent Science (EC), mentre è di 0,84 per Industrial Leadership (IL), e 0,79 per il terzo pilastro Societal Challenge (SC).

Anche i dati sui tassi di successo delle partecipazioni italiane ai Bandi ERC 2007-2017 confermano la debolezza dell'Italia. Il tasso di successo complessivo italiano è 5,3, contro un valore complessivo EU-28 di 11,4. La peggiore performance si registra sugli Starting Grant destinati ai giovani ricercatori nella fase iniziale di carriera (4,20), mentre migliori sono i risultati dei Consolidator Grants e degli Advanced Grants (entrambi 6,90). In altre parole, il tasso di successo dell'Italia è poco più della metà di quello complessivo dell'Europa.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fonte ANVUR, 2018 Tabella II 6.2.3.5. Il contributo italiano è stato riproporzionato al budget H2020 utilizzato.

<sup>2</sup> Fonte ANVUR, 2018 Tabella II 6.2.3.11.

In sostanza, il nostro paese soffre la mancanza di partecipazione adeguata alle azioni di maggiore prestigio dei programmi europei, che fungono anche da fattori di attrazione delle migliori intelligenze nella R&S. Questa debolezza è collegata allo scarso investimento nazionale in R&S (Cfr. Tabelle 5.1 e seguenti in questo volume), che scoraggia la permanenza di ricercatori giovani, e alla progressiva erosione dei fondi di finanziamento ordinario degli organismi pubblici di ricerca (università ed enti), che sono destinati a sostenere la ricerca di qualità elevata potenzialmente idonea a produrre innovazioni e rottura di paradigmi consolidati.

Lo stato dell'arte presentato non consente tuttavia di capire altre debolezze del sistema italiano. In questo capitolo vogliamo quindi cercare di far luce su ulteriori elementi che rappresentano un vincolo per il miglioramento della nostra performance in Europa. Oltre al problema dello scarso finanziamento nazionale per R&S, esiste una forte polarizzazione della capacità di inserirsi con successo nei Programmi Quadro, che resta concentrata in poche organizzazioni di ricerca, lasciando quindi molti attori scientifici nazionali fuori dalla ricerca internazionale.

Per identificare e quantificare questo fenomeno nei paragrafi seguenti proponiamo un'analisi delle reti di collaborazione sviluppate dai partner italiani nei Programmi Quadro FP6, FP7 e Horizon 2020, che intende rispondere a due domande:

- Quali e quante organizzazioni di ricerca nazionali riescono a inserirsi nei circuiti più prestigiosi della collaborazione internazionale?
- Quanto è ampia e come si articola la rete dei partner stranieri con cui si collabora?

## 1.2 - Metodologia

L'origine dei dati elaborati nei paragrafi seguenti è il RISIS-EUPRO-Database on European Framework Programmes (FP), costruito tramite la raccolta delle informazioni sui progetti di ricerca finanziati dai Programmi Quadro europei e le organizzazioni di ricerca corrispondenti presenti in CORDIS; i

dati sono stati armonizzati e soggetti a un controllo di qualità secondo gli standard fissati dall'infrastruttura RISIS alla quale il CNR partecipa.

Sono state utilizzate tecniche descrittive di Social Network Analysis (SNA) per identificare la posizione delle istituzioni nella rete di relazione al fine di analizzare le nuove tendenze collaborative della cooperazione internazionale. Seguendo questo obiettivo, le istituzioni rappresentano i nodi di rete interconnessi attraverso progetti FP congiunti.

La SNA è entrata in uso nell'analisi dei sistemi sociali abbastanza recentemente, anche nel contesto delle interazioni in R&S possono essere utili per rivelare la struttura dei grandi sistemi sociali. Centrale nell'analisi di rete è identificare, misurare e testare le ipotesi sulle forme strutturali e sui contenuti sostanziali delle relazioni tra attori. Questa particolare enfasi strutturale-relazionale pone l'analisi delle reti sociali al di fuori dalle tradizionali tecniche statistiche utilizzate nelle scienze sociali. L'assunto di fondo principale in questo contesto è che le relazioni strutturali sono spesso più importanti e utili per comprendere i vari comportamenti osservati e le strutture sottostanti rispetto agli attributi degli attori coinvolti (Zinilli, 2016). L'analisi di rete è volta ad approfondire le conoscenze sulle strutture e le tendenze dei modelli di collaborazione in FP6, FP7 e Horizon 2020. Nella prima fase del lavoro, è stata effettuata la trasformazione da una matrice di incidenza (*two-mode network*), in cui erano riportate nelle righe le istituzioni e nelle colonne i progetti, a una matrice di adiacenza (*one-mode network*), con gli effettivi legami tra le istituzioni. La rete one-mode è indiretta e pesata (intensità dei legami che collegano coppie di istituzioni) per il numero di rapporti di collaborazione all'interno di ogni programma quadro.

Il seguente paragrafo fornisce informazioni sulla posizione delle istituzioni italiane nella rete di relazione e sui tipi di partenariati istituzionali, con un focus particolare sulle università italiane. Per le finalità di questo capitolo, i dati estratti da RISIS-EUPRO riguardano i progetti di ricerca finanziati dai programmi quadro tra il 2004 e il 2016, nei quali abbia partecipato almeno una organizzazione di ricerca italiana. La rete di collaborazioni di progetti FP può essere formalmente descritta come un grafo costituito da nodi (vertici) e legami (collegamenti). I nodi rappresentano le organizzazioni che partecipano al FP e i legami sono gli elementi che uniscono le varie coppie non ordinate di nodi distinti; il link rappresenta il collegamento tra una coppia di nodi che partecipano ad un progetto FP comune. LA SNA permette quindi

di osservare la rete di collaborazione delle organizzazioni italiane nei Programmi Quadro, al fine di analizzare le nuove tendenze collaborative della cooperazione internazionale.

In particolare, essa permette di capire com'è cambiata la struttura della rete tra FP6 e Horizon2020, la tipologia delle organizzazioni coinvolte e i poli più importanti attorno ai quali si concentrano maggiori legami.

Nella Tabella 1.4 alcune informazioni sul dataset utilizzato per svolgere le analisi di rete. La tendenza nel corso degli anni del numero di progetti e numero di partecipanti italiani sembra aumentare nel tempo. Per Horizon 2020 il numero di partecipanti italiani dovrebbe, alla data del suo termine, superare quello di FP7 nei diversi pilastri di intervento, visto che il dato è aggiornato fino alla fine del 2016 e mancano ancora 4 anni alla conclusione del programma<sup>3</sup>.

**Tabella 1.4 - Numero di progetti e istituzioni per tipo di Programma**

Programma	Periodo	Progetti	Partecipanti
FP6	2004-2006	3.157	1.690
FP7	2007-2013	6.056	2.494
Horizon 2020	2014-2016	2.547	1.661

*Fonte: elaborazione IRCrES su dati RISIS-EuPRO.*

*Nota: Il dato di Horizon 2020 è ancora parziale e aggiornato fino al 31.12.2016.*

Dal punto di vista della SNA, le organizzazioni italiane che partecipano ai Programmi Quadro rappresentano i nodi di rete e sono, rispettivamente, 1.690 nodi in FP6, 2.494 in FP7 e, per ora, 1.661 in Horizon 2020.

<sup>3</sup> Il programma FP6 inizia ufficialmente nel 2002, ma nel dataset utilizzato abbiamo l'informazione a partire dal 2004. Per quando riguarda Horizon 2020 l'informazione copre progetti approvati e finanziamenti accordati fino al 31.12.2016.

## **1.3 - Chi sono gli italiani che partecipano ai Programmi Quadro europei**

### ***1.3.1 - Le organizzazioni partecipanti***

Horizon 2020 è strutturato in tre pilastri e cinque programmi trasversali. La Figura 1.1 mostra la rete two-mode delle principali organizzazioni italiane rispetto ai programmi trasversali (azione tematica) di Horizon 2020 finanziate fino alla fine di dicembre 2016. Nello specifico, nella figura successiva viene mostrata la partecipazione delle organizzazioni italiane per ogni azione tematica di Horizon 2020, in modo tale da fornire un dato utile per la lettura delle aree di maggiore interesse nei primi anni del Programma. La figura presenta solo le organizzazioni italiane che si collocano nel 95° percentile per numero di progetti approvati. I percentili indicano la partecipazione (in termini di progetto) delle organizzazioni italiane ai programmi trasversali nel corso degli anni. Questo significa che la nostra analisi visualizza, per ragioni di spazio, solo la fascia più alta di organizzazioni italiane che partecipano alla ricerca europea. Le collaborazioni italiane oggetto di studio appartengono principalmente all'azione "Priority Societal challenges" (SC), seguita da "Priority Industrial Leadership" (IL), mentre molto meno rilevanti sono i pilastri "Excellent Science" (ES) e "Science With and for Society" (SWAFS). Nella figura sono evidenziate le organizzazioni di ricerca con maggiore eterogeneità rispetto ai programmi (i programmi trasversali a cui hanno partecipato maggiormente le istituzioni italiane); tra queste troviamo al primo posto il CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) per intensità dei legami sui tre pilastri principali (ES, IL, SC), e l'ENEA (Ente per le Nuove tecnologie, Energia e Ambiente). Tra le università emergono il Politecnico di Milano e il Politecnico di Torino (soprattutto sui pilastri SC e IL), Bologna, Sapienza e Padova con una importanza equivalente dei tre pilastri principali.



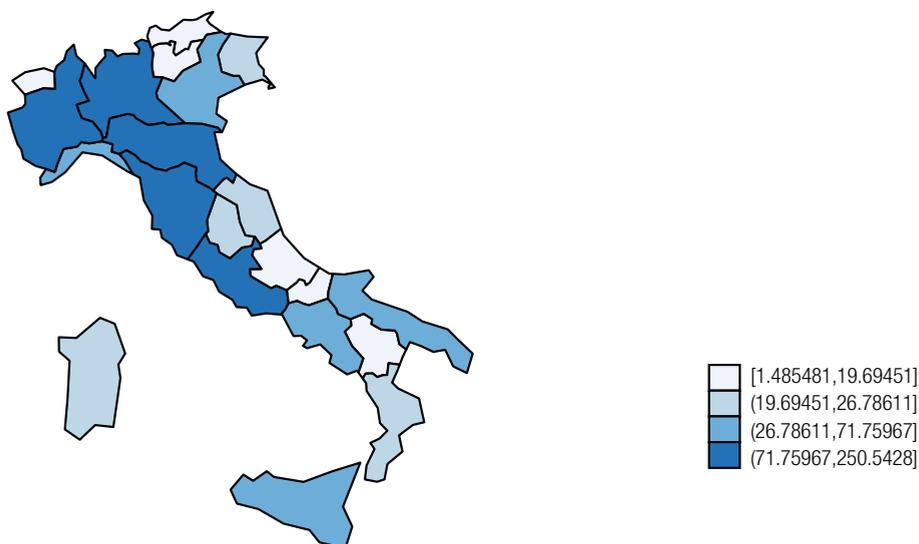
Si può notare che università, industria (organizzazioni industriali private e pubbliche, sia di produzione che di servizi industriali, come software industriale, progettazione, controllo, riparazione, manutenzione), e istituti di ricerca (pubblici e privati) rappresentano sempre la quota più ampia di partecipazione ai programmi di ricerca FP6, FP7 e Horizon 2020. Tuttavia, l'andamento nel passaggio dal FP6 a Horizon 2020 vede un rafforzamento della partecipazione degli enti di ricerca e al contrario una riduzione di quella universitaria, visibile in particolare nell'attuale ciclo di programmazione, probabilmente a causa del forte orientamento verso i temi dell'innovazione tecnologica e sociale (European Commission, 2017). Conferma questo andamento anche la percentuale di partecipazione delle imprese, che in Horizon 2020 raggiunge il 41,86% delle organizzazioni coinvolte.

Nella Figura 1.2 si nota la distribuzione dei progetti con partner italiani finanziati in Horizon 2020 per regione. L'intensità dei colori è data dai quartili della distribuzione normalizzata tra i progetti per regione e la media degli addetti in R&S (privato e pubblico) negli anni dal 2014 al 2016 (Fonte: Istat). Dal punto di vista della distribuzione geografica, si può notare che la struttura spaziale differisce nelle varie regioni italiane. Le regioni con la maggiore propensione a partecipare a Horizon 2020 sono Lazio (dove la parte del leone la fanno il CNR e Sapienza Università di Roma)<sup>4</sup>, Emilia-Romagna (principalmente con l'Università degli Studi di Bologna), Lombardia (con il Politecnico di Milano), Piemonte (con il Politecnico di Torino), e Toscana (poli di Firenze e Pisa). Il maggior numero di progetti Horizon 2020 è quindi fortemente sbilanciato verso il Nord Italia; le regioni del Sud Italia ricoprono un ruolo molto più marginale. La figura pertanto restituisce un panorama dove la forte disomogeneità sociale ed economica tra le varie regioni italiane si conferma anche con riferimento alla partecipazione alla ricerca internazionale, in particolare quella più legata ai network europei.

---

<sup>4</sup> Il dato sul Lazio è sovrastimato per la presenza di tutti i progetti del CNR che non possono essere disaggregati per regione. L'importanza del Lazio è tuttavia confermata dalla Figura 2.3 dove si prendono in considerazione solo le università.

Figura 1.2 - Propensione delle regioni italiane a partecipare ai progetti finanziati in Horizon 2020



Fonte: elaborazione IRCrES su dati RISIS-EuPRO. Legenda: Numero di progetti per addetti in R&S. L'intensità dei colori è data dai quartili della distribuzione normalizzata tra i progetti per regione e la media degli addetti in R&S (privato e pubblico) negli anni dal 2014 al 2016

### 1.3.2 - La distribuzione del finanziamento dei Progetti Quadro FP7 e Horizon 2020

Questa sezione presenta statistiche relative ai finanziamenti Europei in FP7 e Horizon 2020 per le organizzazioni italiane. La Tabella 1.6 mostra la percentuale di finanziamento comunitario per tipologia di organizzazione in FP7 e Horizon 2020. L'importo totale dei finanziamenti della Commissione Europea destinati ai progetti<sup>5</sup> è di Euro 3.235.773.191 per FP7 e di Euro 1.977.269.407 per Horizon 2020 (dato aggiornato a fine 2016). Per quanto riguarda FP7, la quota maggiore è conseguita dalle Università (32.5%), Industria (29.6%) e Organizzazioni di ricerca (24.8%). Per quel che riguarda Horizon 2020, il finanziamento è principalmente conseguito dal Sistema industriale (41.9%), dalle Università (24.4%) e a seguire dalle Organizzazioni di ricerca (18.8%). Anche questo andamento riflette il cambiamento di finalità

<sup>5</sup> I dati sul finanziamento non sono completi, quindi risultano essere sottostimati rispetto al vero finanziamento totale, soprattutto per quel che riguarda il Settimo Programma Quadro (14% del campione analizzato, ossia le organizzazioni italiane) rispetto a Horizon 2020 (1% del campione analizzato).

che è avvenuto nel passaggio tra i due cicli di programmazione della ricerca europea (European Commission, 2017).

**Tabella 1.6 - Percentuale di finanziamento nei programmi FP7 e Horizon 2020 per tipologia di organizzazione**

Organizzazione	FP7	Horizon 2020
Agenzie di consulenza (CON)	2.87%	1.92%
Università e altre istituzioni universitarie (EDU)	32.55%	24.37%
Organizzazioni governative (GOV)	2.37%	4.84%
Industria (IND)	29.62%	41.89%
Non classificato (N/A)	2.39%	1.85%
Organizzazioni non profit/non commerciali (NCL)	0.39%	0.84%
Gruppi di interesse (es. Associazioni) (OTH)	4.81%	5.32%
Ospedali di ricerca (RH)	0.17%	0.12%
Organizzazioni di ricerca pubbliche o private (ROR)	24.83%	18.85%

Fonte: elaborazione IRCrES su dati RISIS-EuPRO; dati Horizon 2020 fino al 31.12.2016

La Tabella 1.7 presenta la quota percentuale di finanziamento delle organizzazioni italiane in Horizon 2020 sul finanziamento totale del programma. Vengono riportate solo le organizzazioni che hanno una quota superiore all'1% rispetto al totale del finanziamento. Le organizzazioni che rivelano la quota più elevata dei finanziamenti comunitari ricevuti sono il CNR e il Politecnico di Milano, seguiti da ENEA, Gruppo FIAT e Università degli Studi di Bologna. A seguire Politecnico di Torino, Sapienza Università di Roma e l'Istituto Italiano di Tecnologia – IIT.

**Tabella 1.7 - Percentuale di finanziamento Horizon 2020 sul totale finanziamento**

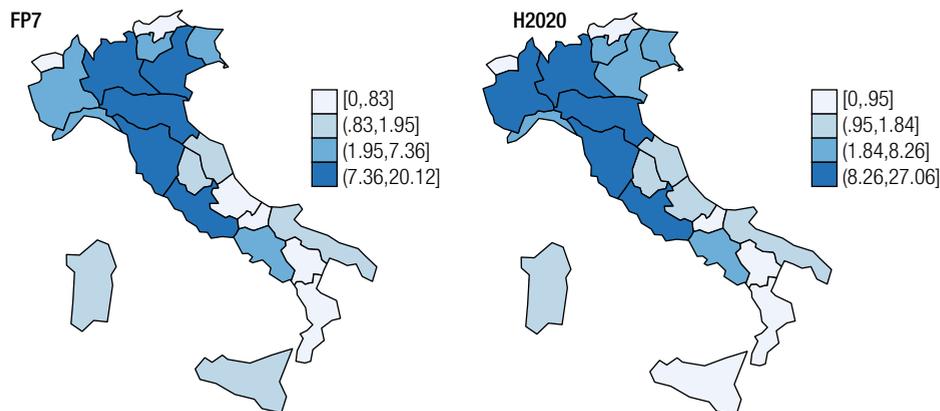
Organizzazioni	% finanziamento
Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR	6.41%
Politecnico di Milano	3.78%
Ente per le Nuove tecnologie, Energia e Ambiente - ENEA	3.08%
FIAT Gruppo	1.79%
Università degli Studi di Bologna	1.71%
Politecnico di Torino	1.70%

Organizzazioni	% finanziamento
Sapienza Università di Roma	1.38%
Istituto Italiano di Tecnologia - IIT	1.32%
Università degli Studi di Padova	1.23%
Engineering - Ingegneria Informatica SPA	1.12%
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)	1.08%

Fonte: elaborazione IRCrES su dati RISIS-EuPRO. Dati Horizon 2020 fino al 31.12.2016.

La Figura 1.3 mostra la ripartizione per regione dei finanziamenti comunitari ottenuti dalle università italiane in FP7 e Horizon 2020, standardizzata sul numero di progetti finanziati, che largamente coincide con la distribuzione del numero di progetti totali per regione (Figura 1.2). Tra i paesi caratterizzati dal più alto ammontare totale di finanziamenti comunitari ricevuti dalle università troviamo Regno Unito, Germania, Spagna e Paesi Bassi, i quali sono i principali beneficiari di tutti i programmi, seguiti da Italia.

Figura 1.3 - Finanziamento standardizzato delle università per regioni (distribuzione % per quartili)



Fonte: elaborazione IRCrES su dati RISIS-EuPRO.

### 1.3.3 - Analisi di Network

La sezione fornisce una descrizione della posizione delle organizzazioni italiane nella rete di relazioni, sui tipi di partenariati istituzionali e sulla rete di collaborazioni che coinvolgono le organizzazioni a livello sia nazionale che

transnazionale. Osservando il ruolo assunto dalle organizzazioni italiane nella rete è possibile avere un quadro complessivo della qualità della partecipazione italiana ai vari FP per quanto riguarda tre capacità fondamentali per il successo nella competizione internazionale:

1. la capacità di essere un nodo importante per creare reti di collaborazioni che coinvolgono i partner più prestigiosi e più accreditati nei vari temi di ricerca. Detta capacità è osservata attraverso la misura di *Degree*;
2. la capacità di assumere una posizione di centralità nelle reti di collaborazioni una volta create, approssimata dalla misura di *Closeness*;
3. la capacità di svolgere un ruolo di broker di conoscenze nell'interazione tra i nodi misurata attraverso la *Betweenness*.

Il concetto fondamentale che è stato usato per le analisi specifiche degli attori è quindi quello di centralità (Wasserman e Faust, 1994; Zinilli 2016). Le misure di centralità della rete che tengono conto della connettività locale e globale dei nodi, sono le stesse per i vari Programmi Quadro (FP6, FP7 e Horizon 2020 - Cfr. il Box 1.1 per una loro descrizione).

### Box 1.1 - Misure di centralità applicate alla partecipazione ai Progetti Quadro della Commissione Europea

Degree centrality	$k = \frac{1}{g} \sum_{i=1}^g k(n_i)$	L'arco $k$ è pari a 1 quando è presente un collegamento tra il nodo $i$ e un altro nodo
Closeness centrality	$c(i) = \left[ \sum_{j=1}^N d(i, j) \right]^{-1}$	Dove $d$ è il cammino minimo (o distanza geodesica) tra i nodi $ij$
Betweenness centrality	$b(i) = \sum_{j < k} g_{jk}(i) / g_{jk}$	Dove $g_{jk}$ è l'insieme di tutti i cammini minimi che collegano il nodo $j$ e il nodo $k$ passando per il nodo $i$

La Tabella 1.8 mostra i valori medi delle tre misure di centralità utilizzate nell'analisi. Le misure verificano come già detto, il numero di connessioni dei nodi della rete (Degree), la distanza tra i nodi (Closeness) e la presenza di intermediari o *gate keeper* (Betwenness); è possibile inoltre individuare quali sono le organizzazioni più importanti all'interno della rete e quali sono invece le più periferiche.

Tabella 1.8 - Misure di centralità standardizzate della partecipazione italiana

	FP6	FP7	H2020
Degree	0.018168	0.008516	0.062274
Closeness	0.155225	0.077588	0.303723
Betwenness	0.009031	0.003636	0.024741

Fonte: elaborazione IRCrES su dati RISIS-EuPRO.

Tutte le misure considerate aumentano nel passaggio tra FP6 e Horizon 2020. Questo segnala che l'aumento della partecipazione italiana nel corso del tempo è stato accompagnato da un parallelo aumento del numero di partner, sia rispetto ad altre organizzazioni italiane e sia rispetto alle istituzioni straniere. Ciascuna delle tre misure presentate quantifica però un diverso aspetto della centralità di un nodo.

Il Degree è una funzione del numero di connessioni di un nodo. Sebbene il Degree sia una delle misure di centralità più semplici e maggiormente diffuse nello studio dei nodi, è anche molto efficace per misurare il risalto o l'influenza di una organizzazione rispetto alle altre che formano la rete collaborativa. In molti contesti sociali, infatti, gli attori esibiscono multiple connessioni che tendono ad aumentare la loro importanza rispetto ad altri attori esterni, divenendo così centro di potere rispetto alla creazione di nuove collaborazioni e al mantenimento di reti di relazioni (svolgendo il cd. ruolo di *knowledge hub*).

La Tabella 1.9 riporta una classificazione delle organizzazioni all'interno dei programmi quadro FP6, FP7 e Horizon 2020, che presentano valori più elevati di Degree. La tabella elenca solo le organizzazioni al di sopra del 95° percentile della misura di centralità nei vari FP.

**Tabella 1.9 - Degree: ranking delle organizzazioni partecipanti italiane ai programmi quadro**

FP6	FP7	Horizon2020
Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR
Università degli Studi di Bologna	Università degli Studi di Bologna	Politecnico di Milano
FIAT Gruppo	Politecnico di Milano	Sapienza Università di Roma
Politecnico di Milano	FIAT Gruppo	Università degli Studi di Bologna
Sapienza Università di Roma	Sapienza Università di Roma	Politecnico di Torino
Università degli Studi di Padova	Politecnico di Torino	Università degli Studi di Padova
Università degli Studi di Firenze	Università degli Studi di Padova	Università degli Studi di Pisa
Università degli Studi di Pisa	Leonardo SPA	ENEA - Ente per le Nuove tecnologie, Energia e Ambiente
Università degli Studi di Genova	Università degli Studi di Milano	Engineering - Ingegneria Informatica SPA
ENEA - Ente per le Nuove tecnologie, Energia e Ambiente	Università degli Studi di Pisa	FIAT Gruppo
Leonardo SPA	ENEA - Ente per le Nuove tecnologie, Energia e Ambiente	Università degli Studi di Milano
Università degli Studi di Milano,	Università degli Studi di Firenze	Istituto Italiano di Tecnologia - IIT
Università degli studi di Napoli Federico II	STMicroelectronics NV	Università degli Studi di Trento
Politecnico di Torino	Università degli Studi di Trento	Università degli studi di Napoli Federico II
Istituto Superiore di Sanità (I.S.S.)	D'Appolonia SPA	Università degli Studi di Torino
D'Appolonia SPA	Università degli Studi di Roma Tre	Università degli Studi di Firenze
Università degli Studi di Torino	Università degli Studi di Genova	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)
Università degli Studi di Roma Tre	Università degli studi di Napoli Federico II	Istituto Superiore Mario Boella
Università degli Studi di Perugia	Istituto Italiano di Tecnologia - IIT	D'Appolonia SPA
Università degli Studi di Trento	Università degli Studi di Torino	Leonardo SPA

Fonte: elaborazione IRCrES su dati RISIS-EuPRO. Nota: Nota: per ragioni di spazio sono indicate solo le organizzazioni sopra il 95° percentile.

La Tabella 1.10 mostra la posizione delle organizzazioni italiane rispetto alla Closeness. La Closeness è la funzione inversa della distanza media di un nodo da tutti gli altri nodi nella rete e rappresenta il grado di indipendenza della comunicazione del nodo, e dunque la vicinanza di un attore rispetto a tutti gli altri attori della rete. Gli attori che occupano posizioni di rete centrali hanno la capacità di comunicare rapidamente informazioni ad altri (Wasserman e Faust, 1994) divenendo quindi importanti elementi di collegamento per il funzionamento della rete.

Questa misura permette dunque di capire quali sono le organizzazioni con portata/diffusione efficiente delle informazioni all'interno della rete (portata globale), oltre ad una maggiore velocità di diffusione delle informazioni.

**Tabella 1.10 - Closeness: ranking delle organizzazioni partecipanti ai programmi quadro**

FP6	FP7	Horizon2020
Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR	Università degli studi di Napoli Federico II	Università degli Studi di Milano
Università degli Studi di Genova	Fondazione Bruno Kessler	FIAT Gruppo
Politecnico di Milano	Università Cattolica del Sacro Cuore	Istituto Italiano di Tecnologia - IIT
ENEA - Ente per le Nuove tecnologie, Energia e Ambiente	Istituto Superiore di Sanità (I.S.S.)	Università degli Studi di Padova
FIAT Gruppo	Università degli Studi di Trento	Università degli Studi di Roma Tre
Università degli Studi di Pisa	Università degli Studi di Milano	Università degli Studi di Milano-Bicocca
Università degli Studi di Padova	Sapienza Università di Roma	Università degli Studi di Firenze
Università degli studi di Napoli Federico II	Università Politecnica delle Marche	Università Commerciale Luigi Bocconi
Università degli Studi di Pavia	Università degli Studi di Verona	CREA Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
Università degli Studi di Trento	Università degli Studi di Roma Tre	Center for Research and Telecommunication Experimentation for Networked Communities (CREATE-NET)

FP6	FP7	Horizon2020
Università degli Studi di Firenze	Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia	Università degli Studi di Bologna
Università Politecnica delle Marche	Università degli Studi di Torino	Istituto Nazionale di Astrofisica
Università degli Studi di Torino	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)	Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento S. Anna di Pisa (SSSUP)
Università degli Studi di Milano-Bicocca	Istituto Italiano di Tecnologia - IIT	Università degli Studi di Trento
Università degli Studi di Parma	Università degli Studi di Pavia	Università degli Studi di Siena
Università degli Studi di Bologna	Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento S. Anna di Pisa (SSSUP)	Città di Torino
Università degli Studi di Perugia	Fondazione Centro San Raffaele del Monte Tabor	Università Ca' Foscario Venezia
Università degli Studi di Milano,	Università degli Studi di Milano-Bicocca	Istituto Superiore Mario Boella
Università Cattolica del Sacro Cuore	Università degli Studi di Firenze	Agenzia per la promozione della ricerca Europea - APRE
Università degli Studi di Trieste	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)	Intecs Group

Fonte: elaborazione IRCrES su dati RISIS-EuPRO. Nota: per ragioni di spazio sono indicate solo le organizzazioni sopra il 95° percentile.

Infine, l'ultima misura di centralità di un nodo utilizzata nell'analisi è la *Betwenness* (Tabella 1.11), la quale si riferisce al numero di volte in cui un attore si trova sul percorso geodetico tra due altri attori. La *Betwenness* è una funzione del numero di percorsi più brevi che attraversano un nodo. È considerata una misura di controllo di un nodo sul flusso di comunicazione: in una rete in cui le informazioni sono diffuse, un'organizzazione che mostra un alto grado di *Betwenness* può agire come un "gate keeper" e quindi ha la capacità di controllare i flussi di informazione tra le altre organizzazioni (Freeman, 1979; Knoke e Kuklinski, 1982).

Tabella 1.11 - Betwenness: ranking delle organizzazioni partecipanti ai programmi quadro

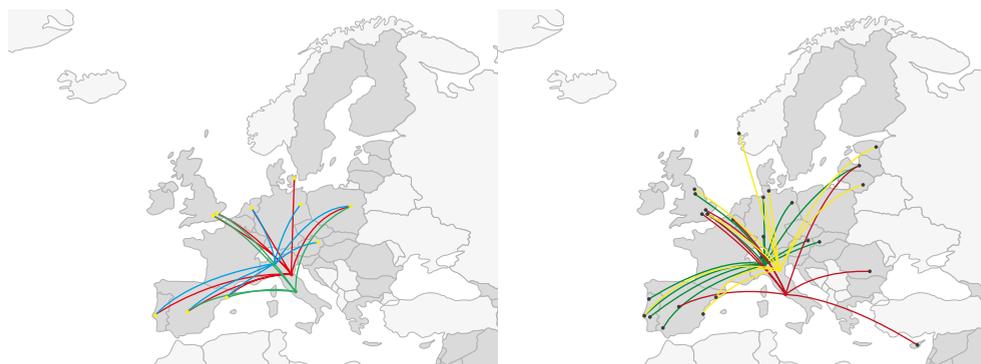
FP6	FP7	Horizon2020
Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR	Politecnico di Milano	Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR
D'Appolonia SPA	Università degli Studi di Bologna	Politecnico di Milano
FIAT Gruppo	Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR	Università degli Studi di Bologna
Politecnico di Milano	FIAT Gruppo	Università degli Studi di Padova
ENEA - Ente per le Nuove tecnologie, Energia e Ambiente	Sapienza Università di Roma	FIAT Gruppo
Università degli studi di Napoli Federico II	Politecnico di Torino	Sapienza Università di Roma
Università degli Studi di Padova	Università degli Studi di Firenze	Università degli Studi di Milano
Università degli Studi di Genova	Università degli Studi di Padova	Politecnico di Torino
Università degli Studi di Pisa	Università degli Studi di Milano	Università degli Studi di Pisa
Università degli Studi di Bologna	D'Appolonia SPA	Università degli Studi di Firenze
Sapienza Università di Roma	Università degli studi di Napoli Federico II	ENEA - Ente per le Nuove tecnologie, Energia e Ambiente
Università degli Studi di Firenze	Università degli Studi di Trento	Istituto Nazionale di Astrofisica
Istituto Superiore di Sanità (I.S.S.)	Università degli Studi di Pisa	Università degli studi di Napoli Federico II
Università degli Studi di Milano	Università degli Studi di Roma Tor Vergata	Istituto Italiano di Tecnologia - IIT
Politecnico di Torino	Università degli Studi di Genova	Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento S. Anna di Pisa (SSSUP)
Università degli Studi di Pavia	Leonardo SPA	Università degli Studi di Trento

FP6	FP7	Horizon2020
Leonardo SPA	ENEA - Ente per le Nuove tecnologie, Energia e Ambiente	Università Ca' Foscari Venezia
Università degli Studi di Perugia	STMicroelectronics NV	Agenzia per la promozione della ricerca Europea - APRE
Innova SPA	Università degli Studi di Torino	Università degli Studi di Roma Tor Vergata
Università degli Studi di Milano-Bicocca	Università Cattolica del Sacro Cuore	Università degli Studi di Torino

Fonte: elaborazione IRCrES su dati RISIS-EuPRO. Nota: Nota: per ragioni di spazio sono indicate solo le organizzazioni sopra il 95° percentile.

Nella Figura 1.4 si confrontano le reti operanti in FP6 e in Horizon 2020 di tre università italiane, Università degli Studi di Bologna, Politecnico di Milano e Sapienza Università di Roma, utilizzando la misura di Degree. Le tre università selezionate sono quelle che mantengono la posizione più alta nei valori di centralità per tutti i Programmi Quadro studiati e quindi sono più adatte a controllare l'evoluzione delle reti attraverso attori con condizioni di partenza omogenee. Anche in questo caso si riportano solo i partner al di sopra del 95° percentile.

**Figura 1.4 - Rete università FP6 e H2020: Degree centrality di tre università italiane (Bologna, Sapienza e POLIMI) nei Programmi FP6 e Horizon 2020 (sono considerate solo le organizzazioni sopra il 95° percentile)**



Fonte: elaborazione IRCrES su dati RISIS-EuPRO. Nota: per ragioni di spazio sono indicate solo le organizzazioni sopra il 95° percentile

I partner principali delle tre università italiane sono stati suddivisi per localizzazione geografica.

La rete nel FP6 appare concentrata su poche organizzazioni che, in ordine di importanza, vedono nel nord Europa l'University College London – UCL, Università del Surrey, Università cattolica di Louvain, Università di Copenhagen, l'Università tecnica di Vienna, Università Tecnologica di Berlino. I principali partner del sud Europa sono l'Università Politecnica di Madrid, l'Università Politecnica della Catalogna (UPC), l'Università tecnica di Lisbona. Infine, il principale partner in FP6 tra i Paesi dell'Est Europa è l'Università tecnica di Varsavia. L'intensità dei legami con le istituzioni del nord Europa è tuttavia molto maggiore rispetto a quella con il sud dell'Europa e soprattutto con l'Europa dell'est.<sup>6</sup>

In Horizon 2020 si evince una diversa e maggiore eterogeneità riguardo ai partner. I partner già evidenziati non sempre mantengono un livello di centralità così elevato, ad eccezione di UCL; nelle posizioni più alte di Degree emergono invece nuovi attori che, in ordine di importanza, per il nord Europa sono la Università di Stuttgart, Università Tecnologica di Berlino, l'Università tecnica di Vienna, Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI), Università di Westminster, Università di Bremen, Università Libera di Bruxelles, Università di Sheffield (SheffU), Università di Vienna (UNIVIE), Università di Oxford, Università di Bergen, Università di Hamburg, Università di Leeds. Per quanto riguarda i partner del sud Europa, troviamo l'Università di Evora, Università di Porto, Università di Siviglia, l'Università tecnica di Lisbona, l'Università Politecnica di Madrid, Università di Cipro, l'Università Politecnica di Valencia. Per quel che riguarda, infine, i partner dell'est Europa abbiamo l'Università Tecnica di Riga, l'Accademia Slovacca delle Scienze, Università di Bucarest, Università della Lettonia, Università di Vilnius, Università di Tartu.

Riassumendo possiamo dire che mentre in FP6 i partner sono meno numerosi e tendono a concentrarsi verso pochi poli universitari, in Horizon 2020 la partecipazione è più diffusa. Nuove collaborazioni diventano importanti ed emergono nuovi attori rilevanti tra le università localizzate in modo più distribuito nelle regioni europee. Questo lascia supporre un rafforzamento

---

6 Repubblica Ceca, Cipro, Estonia, Lettonia, Lituania, Malta, Polonia, Slovacchia, Slovenia e Ungheria sono entrati a far parte dell'Unione Europea nel 2004, Romania e Ungheria nel 2007.

delle reti internazionali delle università italiane maggiormente competitive sul piano dei finanziamenti internazionali; contemporaneamente il dato segnala anche un grado di competitività maggiore nella selezione delle proposte sottomesse.

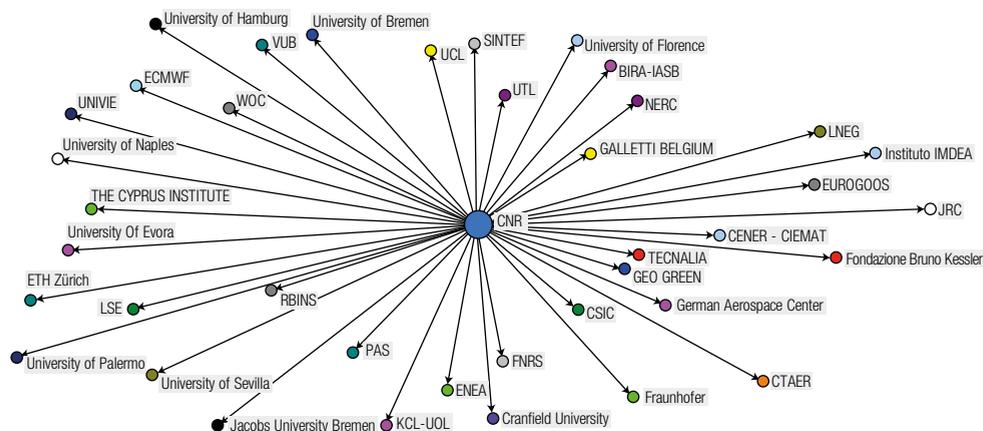
L'analisi evidenzia importanti elementi di continuità nella partecipazione italiana. Simile è infatti in entrambi gli FP la tendenza a privilegiare partner nel nord Europa, in particolare le università del Regno Unito; la collaborazione con i paesi dell'Est Europa rimane meno importante, anche se si arricchisce nel corso del tempo di molti nuovi nodi rispetto alla precedente polarizzazione verso le organizzazioni di ricerca localizzate in Polonia.

Infine, la Figura 1.5 descrive la rete di collaborazione del CNR, che in tutti gli anni considerati presenta il posizionamento più forte nelle varie misure di centralità. Interessante osservare che la rete comprende legami forti che interessano non solo le Università, ma anche altri Istituti pubblici di ricerca e imprese. Il CNR presenta del resto una performance particolarmente buona nell'analisi di network, che è in parte spiegata dalle dimensioni dell'Ente. Se guardiamo infatti alle strutture universitarie con posizioni alte nei network di collaborazioni attivate ve ne sono alcune che pur raccogliendo un numero molto consistente di docenti e ricercatori sono comunque lontane dalle dimensioni del CNR (es. Sapienza ha un totale di oltre 3.400 docenti e ricercatori, a fronte degli oltre 4.500 ricercatori del CNR). Tuttavia, ci sono esempi di università che hanno dimensioni molto inferiori a Sapienza con posizionamenti migliori negli indici di centralità (es. Bologna raccoglie circa 2.800 unità di personale docente e ricercatore, il Politecnico di Milano 1.430, il Politecnico di Torino 988).<sup>7</sup> La dimensione, quindi, pur essendo certamente un fattore che aiuta la costruzione di network e il suo mantenimento, non può essere considerata una spiegazione esaustiva della rilevanza osservata nell'analisi.

---

<sup>7</sup> Fonte: MIUR, dati al 7 settembre 2019

Figura 1.5 - CNR: Rete delle collaborazioni in Horizon 2020



Fonte: elaborazione IRCrES su dati RISIS-EuPRO. Nota: per ragioni di spazio sono indicate solo le organizzazioni sopra il 95° percentile.

Altre spiegazioni potrebbero essere collegate al maggiore tempo che i ricercatori dell'ente possono dedicare alla ricerca, e quindi alla costruzione di reti di relazioni, rispetto ai colleghi universitari più impegnati nella didattica. Anche quest'ultimo argomento appare in realtà poco convincente, perché le classifiche in base agli indici di centralità mostrano una resilienza molto alta anche delle università dove il personale accademico ha certamente un forte impegno in didattica. In realtà, un elemento importante per spiegare la capacità di costruire reti di collaborazioni forti potrebbe essere la particolare focalizzazione della ricerca svolta nel CNR (e in altri enti pubblici) su temi centrali nella programmazione europea, e la sua strutturale vocazione alla ricerca a carattere interdisciplinare *problem-driven*. Questa caratteristica potrebbe dunque essere valorizzata come elemento catalizzatore per aumentare la partecipazione italiana nei programmi europei, rivitalizzando il ruolo di *knowledge hub* che è sempre stato tradizionalmente svolto dagli enti di ricerca e dal CNR in particolare. Ciò potrebbe aumentare l'effettività del coordinamento delle politiche nazionali dirette a favorire una maggiore integrazione della ricerca italiana nello spazio europeo della ricerca, e consentire l'emersione di organizzazioni non ancora pienamente inserite nelle reti di collaborazione internazionali, valorizzando la partecipazione anche di territori al momento marginali nella ricerca condotta a livello sovranazionale.

## 1.4 - Conclusioni

La collaborazione internazionale sviluppata attraverso i Programmi Quadro è essenziale per inserirsi nelle reti più prestigiose, che contribuiscono alla creazione di conoscenza utile a sostenere l'economia e il benessere della società.

L'Italia è chiamata a migliorare la sua partecipazione ai Programmi Quadro invertendo il *trend* consolidato del nostro Paese caratterizzato da uno scarso tasso di ritorno dell'investimento europeo; per questo occorre pensare a politiche mirate all'aumento della capacità di sviluppare ricerca di qualità molto elevata, eventualmente ad alto rischio, che coinvolga e favorisca idee e proposte che emergono dai giovani ricercatori, così come proposte legate al superamento delle grandi sfide sociali favorendo la collaborazione pubblico-privato e l'innovazione.

In questo capitolo abbiamo anche affrontato il problema relativo alla struttura delle reti di collaborazione della ricerca italiana nei Programmi Quadro europei, sviluppando un'analisi descrittiva di network utile a individuare il posizionamento strategico delle organizzazioni di ricerca in Europa. Lo scopo era quello di cercare di cogliere elementi ulteriori rispetto all'investimento in R&S del nostro paese che rappresentano risorse o vincoli per il miglioramento della performance nazionale nella partecipazione ai Programmi Quadro.

I risultati possono essere riassunti nei seguenti punti:

- le organizzazioni di ricerca (università o enti) che raggiungono valori elevati come *knowledge hub* – ossia come poli di attrazione per conoscenze e competenze esistenti, tendono a consolidare e mantenere questa posizione nonostante i cambiamenti negli obiettivi dei programmi;
- i ranking sono invece meno stabili con riferimento alla vicinanza tra attori e alla loro centralità rispetto alla rete. Questa capacità è più sensibile rispetto ai cambiamenti di obiettivo del programma, facendo emergere organizzazioni nuove o ridimensionando la rilevanza di altre;

- la capacità infine di catalizzare reti di collaborazione controllando il flusso di informazioni che circolano e quindi condizionando la struttura della rete è anch'esso tendenzialmente stabile: anche in questo caso, le organizzazioni in posizione più elevata tendono a permanere in tale posizione.

In sostanza, l'analisi conferma che poche organizzazioni di ricerca italiane consolidano nel tempo le proprie posizioni di forza nell'ambito delle reti di collaborazione internazionali, le quali tendono a rimanere stabili, garantendo alle istituzioni coinvolte il mantenimento ed eventualmente la crescita dei tassi di successo sia nella partecipazione sia nel finanziamento delle proposte sottomesse. Gli effetti di concentrazione delle risorse erogate attraverso gli FP (Ciffolilli et al., 2016) sono dunque alimentati da strutture di rete che diventano sempre più rilevanti, rendendo a volte difficile l'entrata di nuovi soggetti. In altre parole, le organizzazioni che già hanno posizioni di rilievo nelle collaborazioni internazionali tendono a mantenerle e a rafforzarle; le organizzazioni che non vantano tradizioni di partecipazione ai Programmi Quadro hanno vincoli in entrata molto onerosi. Pertanto, la debolezza dell'Italia passa anche attraverso la geografia della sua partecipazione: una concentrazione elevata in poche organizzazioni prevalentemente localizzate nel Nord, capaci di inserirsi e permanere al centro di reti di relazioni, ma molte organizzazioni che invece restano escluse.

L'aumento della competizione a livello internazionale si accompagna dunque a una competizione anche nazionale, che l'Italia dovrebbe affrontare con politiche adeguate, sia per rafforzare ulteriormente la platea delle proprie organizzazioni con buone o ottime performance, sia per incoraggiare l'entrata di università ed enti al momento più periferici rispetto alle collaborazioni europee attraverso interventi di supporto mirati. I dati su partecipazione, tasso di successo e tasso di ritorno dell'investimento nella ricerca europea indicano, infatti, che abbiamo ampi margini di miglioramento dell'attuale performance.

Come emerge chiaramente dalla comparazione dei dati italiani con quelli di altri paesi europei, qualsiasi intervento di questo tipo passa attraverso il rafforzamento della base di ricerca nazionale, fattore indispensabile per sostenere lo sforzo che ricercatori e organizzazioni devono affrontare per partecipare con successo alla competizione internazionale, più che misure *una*

*tantum*, le quali potrebbero avere effetti perversi di ulteriore rafforzamento della concentrazione della partecipazione intorno a poche organizzazioni.

Superare la debolezza strutturale del nostro paese significa:

- aumentare sostanzialmente l'investimento in R&S in particolare nel settore pubblico, sia in termini di finanziamento di base delle università e gli enti, sia in termini di reclutamento e valorizzazione delle risorse umane;
- intervenire per favorire l'attivazione di una vera circolazione delle conoscenze attraverso misure per la mobilità internazionale dei dottorandi e dei ricercatori in periodo di post-doc;
- attivare strumenti specifici di finanziamento per giovani ricercatori che intendano sottoporre progetti sul pilastro Excellence Science - in particolare ERC e Marie Skłodowska-Curie, come già da tempo fanno i paesi europei con i quali necessariamente dobbiamo confrontarci. Questi strumenti sono già operativi nelle più prestigiose università europee, che diventano dunque poli di attrazione formidabili per le migliori intelligenze.

Horizon 2020 verrà sostituito a partire dal 2021 con Horizon Europe, il quale sarà articolato nei tre pillar: Excellent Science, Global Challenges and European Industrial Competitiveness, e Innovative Europe. Si tratta dunque di preparare una strategia che supporti la partecipazione italiana al prossimo Programma, il quale con ogni probabilità si svolgerà in un quadro europeo caratterizzato dalla Brexit. L'uscita del Regno Unito dall'Unione potrebbe aprire spazi di negoziazione e di influenza nuovi su temi e azioni di R&S, che il nostro paese dovrebbe essere pronto a cogliere mettendo in campo tutta la sua capacità di ricerca.

## Riferimenti bibliografici

- ANVUR, 2018. *Rapporto biennale sullo stato del sistema universitario e della ricerca*. ANVUR, Roma: <http://www.anvur.it/rapporto-biennale/rapporto-biennale-2018/>
- APRE, 2017. *Una panoramica sulla partecipazione italiana a Horizon 2020. Una fotografia a metà percorso*. Roma: [http://www.apre.it/media/459686/apre\\_panoramica\\_partecipazione\\_h2020.pdf](http://www.apre.it/media/459686/apre_panoramica_partecipazione_h2020.pdf)
- APRE, 2018. *Una panoramica sulla partecipazione italiana a Horizon 2020. Aggiornamento 2018*. Roma: <https://www.apre.it/apredati/>
- Barré, R., Henriques, L. M., Pontikakis, D. e Weber, M. 2013. Measuring the integration and coordination dynamics of the European Research Area. *Science and Public Policy*, 40, 187-205.
- Ciffolilli, A., Colombelli, A., Primeri, E., Reale, E., Scellato, G. & Bannò, M., Caviggioli, F., Condello, S., De Marco, A.M., Spinello, A.O., Ughetto, E., Scherngell, T., Heller-Schuh B. e Wolleb, E. 2016. *An analysis of the role and engagement of universities with regard to participation in the Framework Programme, Final Report*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN: 978-92-79-57958-5, DOI:10.2777/75945, disponibile all'indirizzo: [https://ec.europa.eu/research/evaluations/pdf/archive/other\\_reports\\_studies\\_and\\_documents/ki0116395enn](https://ec.europa.eu/research/evaluations/pdf/archive/other_reports_studies_and_documents/ki0116395enn)
- European Commission, 2017. *Interim Evaluation of Horizon 2020*. EC, Bruxelles. Disponibile all'indirizzo [https://ec.europa.eu/info/publications/interim-evaluation-horizon-2020\\_en](https://ec.europa.eu/info/publications/interim-evaluation-horizon-2020_en)
- Fabrizio, S., Potì, B.M., Reale, E. e Spinello, A.O. 2018. *Le risorse destinate alla Ricerca e Sviluppo (R&S)*. in Consiglio Nazionale delle Ricerche, *Relazione sulla ricerca e l'innovazione. Analisi e dati di politica della scienza e della tecnologia*, Edizioni CNR, Roma, p. 29-83.
- Freeman, L.C. 1979. Centrality in Social Networks Conceptual Clarification. *Social Networks*, 1, 215-239. Disponibile all'indirizzo: [http://dx.doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](http://dx.doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)

- Hoekman, J., Scherngell, T., Frenken, K. e Tijssen, R. 2013. Acquisition of European research funds and its effect on international scientific collaboration. *Journal of Economic Geography*, 13(1) 23-52.
- Knoke, D. e Kuklinski, J. H. 1982. *Network analysis, Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences*, Sage Publications, Newbury Park, CA.
- Lepori, B., Reale, E. e Larédo, P. 2014. Logics of integration and actors' strategies in European joint programs. *Research Policy*, 43(2):391-402.
- Nedeva, M. 2013. Between the global and the national: Organising European science. *Research Policy*, 42, 220-230.
- Reale, E. et al. 2013. *Understanding the Dynamics of Research Funding Collaboration in the European Research Area. JOREP Final Report*, European Commission, Luxembourg ISBN 978-92-79-29661-1.
- Wasserman, S. e Faust, K. 1994. *Social Network Analysis: Methods and Applications (Vol. 8)*. Cambridge: Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815478>
- Zinilli, A. 2016. Competitive project funding and dynamic complex networks: evidence from Projects of National Interest (PRIN). *Scientometrics* 108(2) 633-652. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-016-1976-4>

# 2

## **I SETTORI SCIENTIFICI DI FORZA E DI DEBOLEZZA DELLA RICERCA ACCADEMICA ITALIANA**

*Giovanni Abramo e Ciriaco Andrea D'Angelo*



## SOMMARIO

La formulazione dei programmi nazionali della ricerca trarrebbe grande beneficio da un'analisi strategica affidabile, in grado di identificare i settori scientifici di forza e di debolezza del sistema ricerca paese. Gli approcci e gli indicatori finora proposti in letteratura non sono del tutto soddisfacenti, poiché non permettono di distinguere l'effetto della dimensione dei fattori produttivi da quello della loro qualità, in particolare quella inerente al lavoro. Per individuare i settori di forza e debolezza della ricerca universitaria italiana abbiamo concepito un nuovo approccio di tipo output su input. In ciascuno dei 218 settori scientifico disciplinari in cui la bibliometria può essere applicata, abbiamo identificato gli *highly cited article* 2012-2016 e i *top scientist* accademici italiani che li hanno realizzati, e li abbiamo rapportati alle spese in ricerca nei settori stessi. Abbiamo potuto quindi stilare diverse classifiche di performance a livello di area e settore disciplinare, in funzione di questi indicatori. I risultati possono essere utili per le decisioni di politica della scienza prese sia dal governo centrale che dalle singole università.

## 2.1 - Introduzione

Il rafforzamento dell'infrastruttura scientifica nazionale atta a sostenere la competitività e lo sviluppo sociale è divenuta una priorità in un numero crescente di paesi. I decisori politici perseguono l'obiettivo dell'efficacia del sistema ricerca attraverso l'identificazione e il sostegno dei settori scientifici a più elevato potenziale di ritorni socio-economici. L'efficienza viene perseguita attraverso l'assegnazione delle risorse ai migliori progetti o ricercatori in ciascun settore strategico.

Prima della formulazione di qualsiasi politica tesa a migliorare l'efficacia di un sistema ricerca nazionale, è raccomandabile condurre un'analisi strategica interna per identificare i settori scientifici forti e quelli deboli, e quindi formulare interventi appropriati sulla base del fatto che tali settori risultino più o meno strategici.

Le metodologie di analisi e gli indicatori proposti in letteratura per questo compito risultano insoddisfacenti. Per il caso italiano abbiamo quindi sviluppato un nuovo approccio, che si fonda sull'assioma che i settori scientifici più forti siano quelli che, a parità di risorse impiegate per la ricerca, mostrano un numero maggiore di risultati eccellenti a livello internazionale, che qui misuriamo sulla base delle citazioni ricevute dalla letteratura scientifica successiva (*highly cited article*, HCA), e di ricercatori in grado di produrli (*top scientist*, TS). Identificata la produzione scientifica 2012-2016 del sistema accademico italiano, nei 218 settori scientifici in cui l'analisi bibliometrica è rappresentativa e affidabile, la confronteremo con quella mondiale per individuare gli articoli più citati e i loro autori accademici italiani. Rapporteremo poi HCA e TS in ciascun settore per le spese in ricerca nel settore stesso. Il risultato rivelerà quali sono i settori scientifici di punta della ricerca accademica italiana e quelli in cui siamo dei *follower*.

Purtroppo non possiamo osservare l'intero sistema ricerca italiano, includendo nell'analisi i ricercatori degli enti pubblici di ricerca e quelli delle imprese, in quanto questi sono privi in genere di classificazione per settore scientifico disciplinare, oppure i dati bibliografici non risultano direttamente accessibili.

Il capitolo si articola come segue. Nel prossimo paragrafo passeremo in rassegna la letteratura sul tema della misurazione del rilievo scientifico delle nazioni per disciplina. Nel paragrafo 2.3 illustriamo la ratio e le caratteristiche principali della metodologia proposta. Nei paragrafi 2.4 e 2.5 presentiamo i risultati delle analisi condotte, rispettivamente a livello aggregato di area disciplinare e di settore scientifico. Il paragrafo conclusivo riassume i risultati del lavoro e indica le potenziali applicazioni del metodo proposto.

## **2.2 - Misurazione del posizionamento scientifico a livello di settore disciplinare: analisi della letteratura**

Definire, misurare e confrontare il “rilievo scientifico” di istituzioni o nazioni nei diversi settori scientifici è al tempo stesso difficile e stimolante per gli studiosi del settore, dato il carattere multidimensionale e altamente complesso del compito (Hauser e Zettelmeyer, 1997; Werner e Souder, 1997). Il “rilievo scientifico” ha un carattere comparativo, stando ad indicare “essere superiore a qualcosa o a qualcuno in qualità”, e gli elementi più importanti che lo sottendono sono la capacità di: i) produrre nuove conoscenze scientifiche e tecniche; ii) comunicarle alla comunità scientifica; iii) trasferirle agli utilizzatori (Tijssen, 2003).

In realtà, non esiste convergenza di opinioni sul significato di “rilievo scientifico”, tanto meno sugli indicatori atti alla sua misurazione. Tuttavia, c’è un generale consenso sul fatto che il rilievo scientifico ha un forte legame con la “qualità della ricerca” e con il suo “impatto”, anche se alcuni studiosi ritengono che l’impatto sia solo una delle dimensioni della qualità della ricerca (Boaz e Ashby, 2003; OECD, 1997), oltre all’importanza e il rigore della ricerca (Martin e Irvine, 1983). Altri studiosi ritengono che la qualità e l’impatto siano due diversi elementi del rilievo della ricerca (Grant, Brutscher, Kirk, Butler e Wooding, 2010), mentre altri ancora sostengono che la qualità e l’impatto siano, da un punto di vista tecnico, sinonimi (Abramo, 2018).

I rapidi progressi compiuti nell’ambito delle tecniche bibliometriche hanno sicuramente fornito una spinta significativa agli studi sulla misurazione del rilievo scientifico, condotta sia a livello di istituzioni che di sistemi nazio-

nali di ricerca. Una pietra miliare è senz'altro il lavoro di May (1997), che per primo ha misurato il posizionamento internazionale e il vantaggio comparato di 15 paesi in 20 discipline delle scienze, medicina e ingegneria.

Un anno dopo Adams (1998) ha pubblicato uno studio finalizzato a identificare i settori disciplinari di forza e di debolezza dell'Inghilterra. Le misure d'impatto della ricerca inglese in 47 discipline, in un periodo di 9 anni, sono state confrontate con quelle di altre sei nazioni.

King (2004) ha aggiornato al 2002 il lavoro originale di May (1997), estendendo il campo di osservazione a 31 paesi, eseguendo un'analisi longitudinale su due periodi di cinque anni, e introducendo ulteriori indicatori di misura del rilievo scientifico.

Più recentemente gli studi sul posizionamento delle nazioni hanno mostrato una tendenza a focalizzarsi sui risultati di ricerca eccellenti, ossia quella componente della letteratura scientifica che è più frequentemente citata in lavori successivi, gli HCA (Tijssen, Visser, e Van Leeuwen, 2002; Pislyakov e Shukshina, 2012). Questa scelta si basa su alcuni assiomi, che risultano ampiamente condivisi in letteratura:

- i. nelle scienze, la forma prevalente di codificazione dei risultati di ricerca è la pubblicazione in riviste *peer reviewed*, per cui risultati eccellenti sono veicolati da pubblicazioni eccellenti;
- ii. l'eccellenza di una pubblicazione è dimostrata dalla sua collocazione nelle posizioni più elevate della scala di valori condivisa dalla comunità scientifica internazionale di riferimento della specifica disciplina;
- iii. il valore di una pubblicazione è inteso come il suo impatto sul progresso scientifico e la quantificazione di questo impatto si può realizzare grazie a indicatori basati sulle citazioni.<sup>1</sup>

Strumenti di visualizzazione spaziale (quali *Google Map*) sono stati adottati da Bornmann, et al. (2011) per mappare le città in cui si concentrano gli

---

<sup>1</sup> Abramo et al. (2019) hanno recentemente dimostrato che gli indicatori bibliometrici riescono a predire l'impatto di lungo termine delle pubblicazioni meglio della *peer-review*, già a partire da finestre citazionali di un anno.

HCA o, per ogni città, la differenza tra HCA prodotti e attesi (Bornmann e Leydesdorff, 2011).

Infine, da alcuni anni, gruppi di ricerca come il CWTS dell'Università di Leiden,<sup>2</sup> il gruppo SCImago<sup>3</sup> e altri pubblicano online classifiche della performance di ricerca dei paesi, utilizzando solo indicatori di output quali il numero totale di pubblicazioni, le citazioni medie normalizzate per articolo e gli HCA.

Le maggiori riserve sugli approcci proposti finora in letteratura risiedono nel fatto che, per misurare la performance, essi non applicano affatto indicatori di efficienza produttiva del tipo output su input e, quando cercano di farlo, operano a livello aggregato, ignorando la diversa intensità di pubblicazione settoriale e ripartizione dei fattori produttivi fra i settori scientifici. La maggior parte degli studi, infatti, non riesce a mettere in relazione chiaramente gli input che ciascun paese impiega nei vari settori con gli output, quali pubblicazioni e citazioni, prodotti. In tutta la letteratura che adotta indicatori di (impropriamente detta) performance di ricerca, basati solo sull'output (numero e quota di pubblicazioni, citazioni e HCA), non sorprende quindi che gli Stati Uniti siano sempre al vertice in ogni settore scientifico.

Ma le performance degli Stati Uniti nelle varie discipline dipendono dall'entità delle spese destinate alla ricerca, superiori a quelle degli altri paesi, oppure da una migliore prestazione degli scienziati americani rispetto ai loro colleghi stranieri? I tentativi di rispondere a questa domanda, normalizzando output e impatto agli input, non sono risultati particolarmente efficaci in quanto, laddove disponibili, sono stati utilizzati i dati di input a livello aggregato e non per settore scientifico (Abramo e D'Angelo, 2007). Il motivo fondamentale è la non disponibilità di dati relativi al numero di ricercatori e spese di ricerca per settore nei singoli paesi che vengono confrontati.

Tra l'altro, alcuni degli indicatori utilizzati per l'output lasciano molto a desiderare. Il semplice conteggio delle pubblicazioni, ignorando la loro qualità (valore), può essere fuorviante come indicatore di forza scientifica: una nazione potrebbe avere molte più pubblicazioni di un'altra, ma di qualità nettamente inferiore.

2 <http://www.leidenranking.com/ranking>, ultimo accesso 27 Luglio, 2019.

3 <http://www.scimagojr.com/countryrank.php>, ultimo accesso 27 Luglio, 2019.

Inoltre, il tentativo di aggirare la mancanza di dati di input con indicatori indipendenti dalla dimensione (dei fattori produttivi), quali il numero di “citazioni medie per pubblicazione”, si rivela inefficace, in quanto tali indicatori non risultano appropriati per la misurazione della performance, violando un assioma fondamentale della teoria della produzione: all’aumentare dell’output, rimanendo gli input costanti, la performance non può diminuire (Abramo e D’Angelo, 2016a; Abramo e D’Angelo, 2016b). Utilizzando l’indicatore “citazioni medie per pubblicazione” questo può invece verificarsi, quando una nazione (e lo stesso vale per un’organizzazione o per un singolo individuo) produce una pubblicazione aggiuntiva, il cui numero di citazioni è inferiore al valore medio precedente.

In questo lavoro non ci proponiamo un confronto della performance di ricerca italiana con quella di altri paesi che, per assenza di dati di input per disciplina, riproporrebbe le distorsioni delle precedenti, bensì d’individuare i settori scientifici di forza e di debolezza interni al sistema della ricerca accademica italiana. Nel paragrafo successivo illustreremo il metodo utilizzato.

### **2.3 - Una nuova metodologia per identificare i punti di forza e di debolezza scientifici delle nazioni**

La metodologia che proponiamo si basa sull’assioma che, a livello nazionale, un settore di ricerca è più “forte” di un altro se i ricercatori che vi afferiscono, a parità di input, producono più output, e quindi hanno una performance superiore. In termini molto semplificati, la performance di un sistema produttivo si misura attraverso il rapporto tra output e input. In un sistema che produce conoscenza, l’output è dato dall’impatto socio-economico dei risultati di ricerca. Poiché i tempi in cui tale impatto si realizza possono essere molto lunghi, e sicuramente superiori a quelli che il decisore politico può attendere per le proprie decisioni, quello che in realtà si misura è l’impatto dei risultati di ricerca sulla comunità scientifica<sup>4</sup>, attraverso le relative citazioni (Abramo, 2018). Un impatto maggiore si può ottenere, a parità di numero

---

4 È lecito attendersi una forte correlazione tra impatto scientifico ed economico sociale.

di pubblicazioni, con una qualità (citazioni) media per pubblicazione superiore, ovvero a parità di qualità, con un numero maggiore di pubblicazioni.

Poiché la produzione scientifica (numero medio annuo di pubblicazioni) varia in funzione del settore considerato (D'Angelo e Abramo, 2015), il confronto diretto di performance tra settori favorirebbe quelli caratterizzati da una maggiore intensità di pubblicazione, con distorsioni significative nei risultati (Abramo, Cicero, e D'Angelo, 2013). Per individuare i settori scientifici con performance relativa più alta, bisognerebbe quindi confrontare la performance media dei ricercatori italiani con quella dei ricercatori di altri paesi nel medesimo settore, stilare le relative classifiche settoriali e successivamente confrontare le posizioni dei settori italiani nelle classifiche mondiali di performance.

L'indicatore ideale per misurare e confrontare le performance tra settori è la produttività di ricerca, definita come il rapporto tra l'impatto totale dei risultati e il costo dei fattori produttivi, assumendo che questi ultimi concorrano in maniera eguale alla produzione dell'output. Per calcolare tale indicatore è necessario conoscere il numero di ricercatori in ciascun settore e la loro produzione scientifica, nonché le spese in ricerca (Abramo e D'Angelo, 2014). Sfortunatamente, negli altri paesi non esistono basi di dati centralizzate con i dati bibliografici dei ricercatori e la loro classificazione settoriale<sup>5</sup>.

Non potendo misurare la produttività settoriale della ricerca degli altri paesi, al fine di un confronto con quella italiana, in un nostro precedente lavoro (Abramo e D'Angelo, 2014) abbiamo proposto un metodo alternativo basato sugli HCA. Tale metodologia presentava tuttavia una forte limitazione, data dal fatto che i confronti erano possibili solo per quei settori aventi intensità di pubblicazione comparabili. In questo studio superiamo quel limite come illustrato nel seguito.

Per meglio cogliere l'idea di fondo che sottende la metodologia proposta ricorriamo a una analogia sportiva. È noto agli appassionati di sport che l'Italia è indiscutibilmente più forte nella scherma che non nel baseball. Come è maturata questa convinzione? Evidentemente le nostre squadre di scherma hanno vinto più trofei mondiali di quanto non abbiano fatto quelle

---

<sup>5</sup> Uniche sole eccezioni, per quanto di nostra conoscenza, Italia e Norvegia. Per questi due paesi è stato realizzato un confronto di performance a livello individuale, settoriale e disciplinare (Abramo, Aksnes e D'Angelo, 2019).

di baseball. Lo stesso vale nella ricerca, più un settore scientifico annovera pubblicazioni tra le più citate al mondo e ricercatori in grado di produrle, più quel settore è forte.

Un confronto rigoroso tra settori richiede, però, degli accorgimenti tecnici di misurazione la cui interpretazione potrebbe risultare ostica ai non addetti ai lavori. Riportiamo la descrizione tecnica del metodo e degli indicatori nel box 2.1. Di seguito invece presentiamo una descrizione semplificata.

Definiamo HCA quelle pubblicazioni mondiali che si collocano al top 5%,  $HCA_{(5\%)}$ , oppure 10%,  $HCA_{(10\%)}$ , per numero di citazioni rispetto a quelle dello stesso settore e anno di pubblicazione. Il ricorso a due categorie di HCA è utile ai fini della sintesi dei risultati perché, come le elaborazioni dimostreranno, i settori di forza e di debolezza possono variare in funzione dell'HCA scelto. Combinando i due HCA si avranno quindi risultati più affidabili e robusti. Definiamo FHCA un HCA diviso per il numero dei suoi co-autori. Definiamo TS un ricercatore che in un certo periodo di tempo abbia prodotto un numero di FHCA superiore a una certa soglia.

Per misurare la forza scientifica di un settore ricorriamo a due indicatori. Un indicatore, denominato  $FSS_{TS}$ , *Fractional Scientific Strength* (Forza Scientifica Frazionaria) di un settore, è definito come numero medio annuo di TS per unità di spesa di ricerca nel settore. L'altro indicatore, denominato  $FSS_{FHCA}$ , è misurato dal numero medio annuo di FHCA per unità di spesa di ricerca nel settore. Il primo indicatore misura quanto è diffusa, tra gli scienziati di un settore, la capacità di avanzare in maniera significativa le frontiere della conoscenza; il secondo misura l'entità di tale contributo eccezionale.

Di seguito applicheremo i due indicatori, per  $HCA_{(5\%)}$  e  $HCA_{(10\%)}$ , per l'identificazione dei punti di forza e di debolezza della ricerca accademica italiana. Il periodo di osservazione è il 2012-2016 e le citazioni sono conteggiate al 30 ottobre 2018. I dati relativi al personale accademico italiano sono estratti dal database del personale universitario, gestito dal MIUR. Per ciascun docente questo database fornisce informazioni sul nome e cognome, sesso, affiliazione, classificazione settoriale e rango accademico, al 31/12 di ciascun anno<sup>6</sup>. A partire dalla classificazione di tutti i ricercatori italiani nei loro settori scientifico disciplinari di ricerca e dai dati grezzi delle pubblicazioni

6 <http://cercauniversita.cineca.it/php5/docenti/cerca.php>. Ultimo accesso 27 Luglio, 2019.

di WoS nel periodo 2012-2016, e applicando un algoritmo per la riconciliazione delle diverse denominazioni della medesima affiliazione dell'autore e la disambiguazione della loro precisa identità, si attribuisce ciascuna pubblicazione al ricercatore<sup>7</sup> universitario che l'ha prodotta<sup>8</sup> (D'Angelo, Giuffrida, e Abramo, 2011). Identifichiamo successivamente tutti gli HCA e dividiamo ciascuno di essi per il numero di autori, per ottenere il valore FHCA per ogni HCA.

Relativamente alla spesa in ricerca, consideriamo sia il costo del lavoro che quello del capitale. Per il primo, le informazioni sui singoli stipendi non sono disponibili, ma sono pubblicati i valori stipendiali per rango e anzianità<sup>9</sup>. Possiamo quindi approssimare lo stipendio di ogni ricercatore mediante il valore medio nazionale del corrispondente rango accademico. Il costo del capitale per R&S per persona/anno non è disponibile in Italia ma lo è in Norvegia, dove ammonta in media a 42.693 euro PPP. Assumiamo quindi che tutti i ricercatori italiani possano contare sulla stessa quantità di risorse per condurre la propria attività di ricerca. L'ulteriore ipotesi è che il capitale sia disponibile in egual misura per ciascun ricercatore, indipendentemente dal rango accademico, dal SSD<sup>10</sup> e dall'università.

La nostra metodologia si avvale di una caratteristica distintiva del sistema della ricerca italiano, in cui ogni accademico è ufficialmente classificato in un unico settore scientifico, denominato "Settore scientifico disciplinare" (SSD). Il sistema accademico nazionale è composto da 370 SSD, raggruppati in 14 "Aree Disciplinari Universitarie" (ADU).

Per ragioni di robustezza, questo studio è limitato a quei settori in cui l'analisi bibliometrica può essere considerata significativa, quali le scienze propriamente dette e le scienze sociali. Escludiamo le discipline artistiche, giuridiche e umanistiche, per le quali la copertura delle pubblicazioni in WoS è troppo limitata per garantire risultati robusti. Analizzeremo quindi 218 SSD,

7 Con il termine ricercatore indichiamo tutto il personale di ricerca delle università di ogni ordine e grado (ricercatori, professori associati e ordinari).

8 La media armonica di precisione e richiamo (F-measure) delle associazioni pubblicazione-autore disambiguate dal nostro algoritmo è circa del 97% (margine d'errore del 2%, intervallo di confidenza del 98%).

9 CINECA-Dalia, [https://dalia.cineca.it/php4/inizio\\_access\\_cnvsu.php](https://dalia.cineca.it/php4/inizio_access_cnvsu.php). Ultimo accesso 27 Luglio, 2019.

10 È noto che alcuni settori di ricerca richiedono molto più capitale di altri (vedi ad esempio fisica rispetto a matematica), ma in assenza del costo del capitale pro capite in ciascun settore, si riduce comunque l'errore della misura considerando un costo medio uguale in tutti i settori, piuttosto che omettendolo del tutto.

appartenenti a 11 ADU. I 218 SSD coinvolgono circa 39.000 ricercatori, in ruolo per almeno tre anni nel periodo 2012-2016<sup>11</sup>, che hanno prodotto oltre 300.000 pubblicazioni indicizzate in WoS.

### Box 2.1 - Gli indicatori di misura della forza scientifica dei settori

La formulazione degli indicatori di misura ha richiesto alcuni accorgimenti tecnici, al fine di limitare distorsioni dovute alle diverse caratteristiche strutturali dei settori scientifici. In primis, poiché l'intensità di pubblicazione varia tra settori, a parità di risorse, i settori ove si pubblica di più hanno probabilità più alta di produrre HCA e di avere un maggior numero di ricercatori che li producono. Anche l'intensità di collaborazione tra ricercatori varia considerevolmente tra settori, per cui i settori che presentano un numero medio di co-autori più alto, hanno maggiore probabilità di registrare un più elevato numero di HCA e di ricercatori che li producono.

Onde evitare le suddette distorsioni adottiamo due accorgimenti. Per controllare la diversa intensità di collaborazione di ricerca tra settori (Abramo, D'Angelo, e Murgia, 2013), adottiamo il metodo di conteggio cosiddetto *fractional counting* (conteggio frazionario), per cui ad ogni autore, per ogni HCA prodotto, viene attribuito il suo reale contributo all'articolo, pari all'inverso del numero di co-autori, che denominiamo FHCA. Per controllare la diversa intensità di pubblicazione nei settori, normalizziamo i FHCA in un settore mediante l'intensità di pubblicazione in quel settore degli autori di HCA.

Abbiamo definito TS, che saranno denominati  $TS_{(5\%)}$  o  $TS_{(10\%)}$  a seconda dell'HCA considerato, i ricercatori che hanno prodotto una quantità di FHCA superiore ad una certa soglia, caratteristica del settore. La soglia adottata è  $Q3 + 1,5 \times IQR$ .<sup>12</sup>

L'indicatore  $FSS_{TS}$ , definito come numero medio annuo di TS per unità di spesa della ricerca nel SSD, è espresso in formule:

$$FSS_{TS} = \frac{1}{t} \cdot \frac{TS}{\sum_{i=1}^N \left( \frac{W_r}{2} + k \right)} \quad [1]$$

11 Si veda Abramo, D'Angelo, e Cicero (2012) per i dettagli relativi a questa scelta.

12  $Q3$  è il valore corrispondente al terzo quartile della distribuzione di FHCA nel settore, mentre  $IQR$  è uguale alla differenza tra i valori  $Q3$  e  $Q1$ . Questa soglia è generalmente utilizzata per identificare i veri *outlier* nel box-plot per le distribuzioni non normali. Ovviamente la soglia può essere modificata per adattarsi a contesti differenti. Nel nostro caso, abbiamo verificato che aiuta a ridurre drasticamente la correlazione tra numero di TS e intensità di pubblicazioni frazionarie in ogni settore.

ove:

TS = numero di ricercatori nel SSD con una produzione di FHCA superiore alla soglia, nel periodo in osservazione;

$w_r$  = stipendio medio annuo del ricercatore di rango accademico r;

k = capitale annuale disponibile per la ricerca per ciascun ricercatore, indipendentemente dal rango accademico;

t = numero di anni di lavoro del ricercatore nel periodo in osservazione;

N = numero di ricercatori nel SSD nel periodo in osservazione.

Dimezziamo il costo del lavoro, perché ipotizziamo che il 50% del tempo dei docenti universitari sia destinato ad attività (insegnamento, trasferimento tecnologico, amministrazione) diverse dalla ricerca.

In Tabella 2.1 sono riepilogati i dati relativi al costo del lavoro, al costo del capitale e al fattore di normalizzazione del costo totale in corrispondenza a ciascun rango accademico. Nel seguito, useremo quest'ultimo dato per le misure di produttività.

Tabella 2.1 - Costo dei fattori di produzione (in euro) per rango accademico

Rango accademico	$w_r$	k	$\frac{w_r}{2} + k$	Costo totale fattore di normalizzazione
Ricercatore	54.628	42.693	70.007	1
Professore associato	66.821	42.693	76.104	1.09
Professore ordinario	101.301	42.693	93.344	1.23

Legenda:  $w_r$  stipendio medio annuo dei ricercatori di rango accademico r; k = capitale medio annuo disponibile per la ricerca per ciascun ricercatore, indipendentemente dal rango accademico.

Similmente, l'indicatore  $FSS_{FHCA}$  misurato dal numero medio annuo di FHCA per unità di spesa della ricerca nel SSD, è espresso in formule:

$$FSS_{FHCA} = \frac{1}{t} \cdot \frac{FHCA^R}{\sum_{i=1}^N \left( \frac{w_r}{2} + k \right)} \quad [2]$$

ove:

$FHCA^R$  = numero totale di FHCA pubblicati da ricercatori nel SSD nel periodo in osservazione, riscaldati mediante la media delle pubblicazioni frazionarie prodotte da ricercatori autori di HCA, nel SSD.

Entrambi gli indicatori a livello fine di SSD possono essere successivamente aggregati a livello di ADU, ponderando ciascun SSD per le sue dimensioni, espresse in termini di spesa totale in R&S nel SSD.

La Tabella 2.2 riporta la distribuzione degli SSD, ricercatori e pubblicazioni in corrispondenza a ciascuna ADU. I dati mostrano il predominio quantitativo delle Scienze mediche in tutte le dimensioni considerate. I ricercatori di questa disciplina rappresentano da soli il 24,4% del totale, producono il 31,5% delle pubblicazioni, con il 34,8% degli  $HCA_{(5\%)}$  totali e il 33,1% degli  $HCA_{(10\%)}$ . Sia gli  $HCA_{(5\%)}$  che gli  $HCA_{(10\%)}$  risultano abbondantemente superiori alle attese. Per quanto riguarda gli  $HCA_{(5\%)}$ , si osserva che rappresentano l'8,0% delle pubblicazioni totali presenti nel dataset, con picchi in Scienze fisiche (10,8%), Scienze psicologiche e pedagogiche<sup>13</sup> (9,1%), Scienze mediche e Ingegneria industriale e dell'informazione (entrambi con l'8,8%). Considerando invece gli  $HCA_{(10\%)}$  (che rappresentano complessivamente il 15,5% delle pubblicazioni totali), l'ADU con la più alta incidenza rimane Scienze fisiche (19,6%), seguita da Scienze psicologiche e pedagogiche (18,2%) e Scienze chimiche (17,2%).

13 Poiché di questa ADU consideriamo solo gli SSD afferenti alle Scienze psicologiche e pedagogiche, nel seguito la denomineremo come tale.

**Tabella 2.2 - Dataset di analisi, per Aree Disciplinari Universitarie (ADU), 2012-2016**

ADU	Numero di SSD	Numero di ricercatori	Pubblicazioni	HCA <sub>(5%)</sub>	HCA <sub>(10%)</sub>
Scienze matematiche e informatiche	10	3.125	21.090	1.148 (5,4%)	2.132 (10,1%)
Scienze fisiche	8	2.215	27.232	2.928 (10,8%)	5.350 (19,6%)
Scienze chimiche	11	2.887	29.678	2.274 (7,7%)	5.093 (17,2%)
Scienze della terra	12	1.042	8.300	464 (5,6%)	1.070 (12,9%)
Scienze biologiche	19	4.803	39.854	3.246 (8,1%)	6.699 (16,8%)
Scienze mediche	50	9.637	94.491	8.332 (8,8%)	15.403 (16,3%)
Scienze agrarie e veterinarie	30	2.998	19.690	972 (4,9%)	2.257 (11,5%)
Ingegneria civile e architettura	9	1.510	11.959	908 (7,6%)	1.866 (15,6%)
Ingegneria industriale e dell'informazione	42	5.245	65.781	5.774 (8,8%)	10.804 (16,4%)
Scienze psicologiche e pedagogiche	10	1.410	9.687	884 (9,1%)	1.765 (18,2%)
Scienze economiche e statistiche	17	4.549	13.302	841 (6,3%)	1.573 (11,8%)
<b>Totale</b>	<b>218</b>	<b>39.421</b>	<b>300.274<sup>†</sup></b>	<b>23.917<sup>†</sup></b> <b>(8,0%)</b>	<b>46.468<sup>†</sup></b> <b>(15,5%)</b>

*† Il valore totale è diverso dalla somma dei valori per colonna a causa del conteggio multiplo delle pubblicazioni che presentano come co-autori ricercatori italiani di diverse ADU.*

*Nota: HCA<sub>(5%)</sub> e HCA<sub>(10%)</sub> sono le pubblicazioni che si collocano rispettivamente nel top 5% e 10% per numero di citazioni.*

## 2.4 - Risultati per le Aree Disciplinari Universitarie e i Settori Scientifico Disciplinari delle università italiane

In questa sezione presentiamo i risultati dell'analisi per entrambi gli indicatori, dapprima a livello di ADU e successivamente di SSD.

### 2.4.1 - Punti di forza e di debolezza a livello di area disciplinare universitaria

Relativamente all'indicatore definito nella [1], riportata nel Box 2.1, che indica quanto sia diffusa la capacità di avanzare la frontiera della conoscenza tra i ricercatori in un SSD, per euro speso in ricerca, l'aggregazione ponderata dei punteggi riferiti agli SSD di ciascuna ADU, restituisce i valori mostrati in Tabella 2.3. A livello complessivo si registra un valore medio di pari a 5,53. Le aree con performance superiori a tale benchmark sono 4, con in testa Scienze chimiche (7,20), seguita da Scienze mediche (7,14), Ingegneria industriale e dell'informazione (7,09) e Scienze biologiche (6,80). Alzando la soglia degli HCA al top 10%, le gerarchie variano leggermente, ma continua a spiccare la performance di Scienze chimiche (9,21) appaiata a Scienze biologiche, entrambi seguite da Scienze della terra (8,65) e Scienze mediche (8,45).

**Tabella 2.3 - Numero di  $TS_{(5\%)}$  e  $TS_{(10\%)}$  (percentuali sul totale dei ricercatori) e Forza Scientifica Frazionaria su base  $TS_{(5\%)}$  e  $TS_{(10\%)}$  in ogni ADU**

ADU	$TS_{(5\%)}$	$TS_{(10\%)}$	$FSS_{TS(5\%)}$	$FSS_{TS(10\%)}$
Scienze chimiche	111 (3,8%)	142 (4,9%)	7,20	9,21
Scienze biologiche	172 (3,6%)	233 (4,9%)	6,80	9,21
Scienze della terra	22 (2,1%)	48 (4,6%)	3,97	8,65
Scienze mediche	361 (3,7%)	427 (4,4%)	7,14	8,45
Ingegneria industriale e dell'informazione	202 (3,9%)	236 (4,5%)	7,09	8,28
Ingegneria civile e architettura	34 (2,3%)	64 (4,2%)	4,17	7,86
Scienze psicologiche e pedagogiche	39 (2,8%)	56 (4,0%)	5,22	7,50
Scienze agrarie e veterinarie	81 (2,7%)	111 (3,7%)	5,04	6,90
Scienze fisiche	51 (2,3%)	67 (3,0%)	4,31	5,67
Scienze matematiche e informatiche	41 (1,3%)	91 (2,9%)	2,43	5,39
Scienze economiche e statistiche	49 (1,1%)	64 (1,4%)	1,98	2,59
<b>Totale</b>	<b>1.163 (3,0%)</b>	<b>1.539 (3,9%)</b>	<b>5,53</b>	<b>7,31</b>

Fonte: elaborazione degli autori su dati Cineca, WoS, e Research Value.

Nota:  $TS_{(5\%)}$  e  $TS_{(10\%)}$  sono ricercatori che hanno prodotto un numero di pubblicazioni, rispettivamente nel top 5% e 10% per citazioni, superiore ad una certa soglia.  $FSS_{TS(5\%)}$  e  $FSS_{TS(10\%)}$  sono il numero medio annuo rispettivamente di  $TS_{(5\%)}$  e  $TS_{(10\%)}$  per unità di spesa della ricerca nel settore scientifico disciplinare di afferenza.

Secondo l'indicatore definito in [2] (si veda Box 2.1), che indica l'entità del contributo complessivo agli avanzamenti di rilievo della frontiera della conoscenza (FHCA) in un SSD, le performance relative delle ADU variano ulteriormente, come mostrato in Tabella 2.4. Indipendentemente dal taglio degli HCA spicca il posizionamento in testa di Scienze fisiche (13,42 e 25,96). Al secondo posto si colloca Scienze chimiche per (23,42) e Ingegneria industriale e dell'informazione per (11,04). Nella parte bassa del ranking (ultime cinque posizioni) le posizioni sono invarianti con il taglio degli HCA.

**Tabella 2.4 - Forza Scientifica Frazionaria per  $FHCA_{(5\%)}$  e  $FHCA_{(10\%)}$  per Aree Disciplinari Universitarie (ADU)**

ADU	$FSS_{FHCA(5\%)}$	$FSS_{FHCA(10\%)}$
Scienze fisiche	13.42	25.96
Scienze chimiche	8.86	23.42
Ingegneria industriale e dell'informazione	11.04	22.63
Scienze psicologiche e pedagogiche	9.36	21.59
Scienze biologiche	8.14	20.79
Ingegneria civile e architettura	8.35	19.35
Scienze mediche	7.39	16.99
Scienze della terra	4.91	14.69
Scienze agrarie e veterinarie	4.50	12.27
Scienze matematiche e informatiche	4.14	9.09
Scienze economiche e statistiche	4.03	8.72
<b>Totale</b>	<b>7.59</b>	<b>17.41</b>

Fonte: elaborazione degli autori su dati Cineca, WoS, e Research Value.

Nota: sono il numero medio annuo di contributi alle pubblicazioni, rispettivamente nel top 5% e 10% per citazioni, per unità di spesa della ricerca nel settore scientifico disciplinare.

### **2.4.2 - Punti di forza e di debolezza a livello di settore scientifico disciplinare**

Affinché un'analisi strategica possa essere utile in sede di formulazione delle politiche della ricerca, è necessaria una valutazione più dettagliata, a livello di settore. In questo paragrafo, presentiamo un estratto dei risultati

riguardanti gli SSD forti e deboli sia all'interno che tra le ADU. Ovviamente gli SSD possono avere dimensioni anche molto diverse. A questo proposito in Tabella 2.5 mostriamo a titolo esemplificativo il numero di ricercatori (totale e suddiviso nei tre ranghi) e il costo totale (spese per stipendi e capitale)<sup>14</sup> dei 20 SSD più grandi e dei 20 più piccoli.

**Tabella 2.5 - Personale di ricerca e costo totale per i primi 20 e ultimi 20 Settori Scientifico Disciplinari (SSD) in termini dimensionali**

SSD	ADU*	Ricercatori	Professori associati	Professori ordinari	Totale	Costo totale (x 100k euro)
INF/01 - Informatica	1	263	336	247	846	3180
BIO/10 - Biochimica	5	293	304	230	827	3077
FIS/01 - Fisica sperimentale	2	175	393	239	807	3009
MED/18 - Chirurgia generale	6	346	287	181	814	2975
MAT/05 - Analisi matematica	1	184	315	282	781	2965
MED/09 - Medicina interna	6	317	296	188	801	2934
SECS-P/01 - Economia politica	13	167	255	330	752	2898
SECS-P/07 - Economia aziendale	13	193	300	258	751	2848
ING-INF/05 - Sistemi di elaborazione delle informazioni	9	180	303	230	713	2702
BIO/14 - Farmacologia	5	243	226	180	649	2408
CHIM/06 - Chimica organica	3	181	221	170	572	2147
SECS-P/08 - Economia e gestione delle imprese	13	155	205	203	563	2133
BIO/09 - Fisiologia	5	212	208	154	574	2127
CHIM/03 - Chimica generale ed inorganica	3	135	242	151	528	1973
MED/04 - Patologia generale	6	193	161	155	509	1886
CHIM/08 - Chimica farmaceutica	3	140	207	90	437	1623
SECS-S/06 - Metodi matematici dell'economia e delle scienze attuariali e finanziarie	13	120	157	153	430	1622
FIS/03 - Fisica della materia	2	101	193	137	431	1614
MED/28 - Malattie odontostomatologiche	6	146	164	115	425	1577
SECS-S/01 - Statistica	13	95	176	139	410	1552

14 Si ricorda che il costo riflette la dimensione, in termini di numero di ricercatori, e il rango accademico, ma non una maggiore o minore disponibilità di risorse per la ricerca.

I 20 SSD PIÙ PICCOLI	SSD	ADU*	Ricercatori	Professori associati	Professori ordinari	Totale	Costo totale (x 100k euro)
	MED/02 - Storia della medicina	6	17	8	9	34	123
	ING-IND/05 - Impianti e sistemi aerospaziali	9	8	16	8	32	117
	MED/45 - Scienze infermieristiche generali, cliniche e pediatriche	6	5	20	5	30	114
	AGR/14 - Pedologia	7	9	13	8	30	111
	FIS/08 - Didattica e storia della fisica	2	6	18	6	30	109
	ING-IND/03 - Meccanica del volo	9	4	12	11	27	104
	ING-IND/28 - Ingegneria e sicurezza degli scavi	9	10	9	7	26	96
	ING-IND/07 - Propulsione aerospaziale	9	5	11	9	25	93
	SECS-S/02 - Statistica per la ricerca	13	10	7	7	24	87
	ING-IND/23 - Chimica fisica applicata	9	3	7	12	22	86
	ING-IND/01 - Architettura Navale	9	5	11	6	22	85
	MED/48 - Scienze infermieristiche e tecniche neuro-psichiatriche e riabilitative	6	11	7	5	23	83
	GEO/12 - Oceanografia e fisica dell'atmosfera	4	5	7	7	19	73
	ING-IND/02 - Costruzioni e impianti navali e marini	9	3	9	4	16	60
	AGR/06 - Tecnologia del legno e utilizzazioni forestali	7	5	8	3	16	55
	ING-IND/29 - Ingegneria delle materie prime	9	4	9	1	14	52
	ING-IND/18 - Fisica dei reattori nucleari	9	2	7	3	12	47
	ING-IND/20 - Misure e strumentazione nucleari	9	2	4	4	10	39
	ING-IND/30 - Idrocarburi e fluidi del sottosuolo	9	2	5	1	8	30
MED/47 - Scienze infermieristiche ostetrico-ginecologiche	6	4	2	0	6	21	

\* 1, Scienze matematiche e informatiche; 2, Scienze fisiche; 3, Scienze chimiche; 4, Scienze della terra; 5, Scienze biologiche; 6, Scienze mediche; 7, Scienze agrarie e veterinarie; 8, Ingegneria civile e architettura; 9, Ingegneria industriale e dell'informazione; 10, Scienze psicologiche e pedagogiche; 11, Scienze economiche e statistiche

Riferendosi a tutti e 218 gli SSD indagati, applicando due indicatori di Forza Scientifica Frazionaria e due varianti per ciascuno (a seconda che si considerino  $HCA_{(5\%)}$  o  $HCA_{(10\%)}$ ) si hanno in tutto 4 distribuzioni. In Tabella 2.6 riportiamo il valore della correlazione di Spearman tra queste 4 distribuzioni. Si nota che per l'indicatore la correlazione tra i ranking che scaturiscono da soglie diverse per la definizione di HCA (5% e 10%) è elevatissima (Spearman  $\rho$  pari a 0,960) e ben maggiore di quella rilevata per  $HCA_{(5\%)}$  che, comunque, risulta pur sempre elevata (0,603). Più bassa invece la correlazione tra i due indicatori ( $\rho$  pari a 0,500 per  $HCA_{(5\%)}$  e a 0,428 per  $HCA_{(10\%)}$ ). Quest'ultimo dato rivela che nella maggior parte degli SSD ci sono relativamente pochi TS (*outlier*) che producono la maggior parte dei FHCA, ovvero tanti TS, ciascuno però che produce relativamente pochi HCA.

Tabella 2.6 - Matrice di correlazione di Spearman dei quattro indicatori di Forza Scientifica Frazionaria utilizzati

	$FSS_{TS(5\%)}$	$FSS_{TS(10\%)}$	$FSS_{FHCA(5\%)}$	$FSS_{FHCA(10\%)}$
$FSS_{TS(5\%)}$	1	0.603	0.500	0.507
$FSS_{TS(10\%)}$		1	0.376	0.428
$FSS_{FHCA(5\%)}$			1	0.960
$FSS_{FHCA(10\%)}$				1

Nota:  $TSs_{(5\%)}$  e  $TSs_{(10\%)}$  sono ricercatori che hanno prodotto un numero di pubblicazioni, rispettivamente nel top 5% e 10% per citazioni, superiore ad una certa soglia.  $FSS_{TS(5\%)}$  e  $FSS_{TS(10\%)}$  sono il numero medio annuo rispettivamente di  $TSs_{(5\%)}$  e  $TSs_{(10\%)}$  per unità di spesa della ricerca nel settore scientifico disciplinare di afferenza.

$FSS_{FHCA(5\%)}$  e  $FSS_{FHCA(10\%)}$  sono il numero medio annuo di contributi alle pubblicazioni, rispettivamente nel top 5% e 10% per citazioni, per unità di spesa della ricerca nel settore scientifico disciplinare.

A questo proposito le figure che seguono mostrano la dispersione dei 218 SSD considerando il valore di ambo gli indicatori a seconda che si consideri  $HCA_{(5\%)}$  (Figura 1) o  $HCA_{(10\%)}$  (Figura 2.2).

Figura 2.1 - Dispersione dei due indicatori di Forza Scientifica Frazionaria per i 218 SSD analizzati,  $HCA_{(5\%)}$

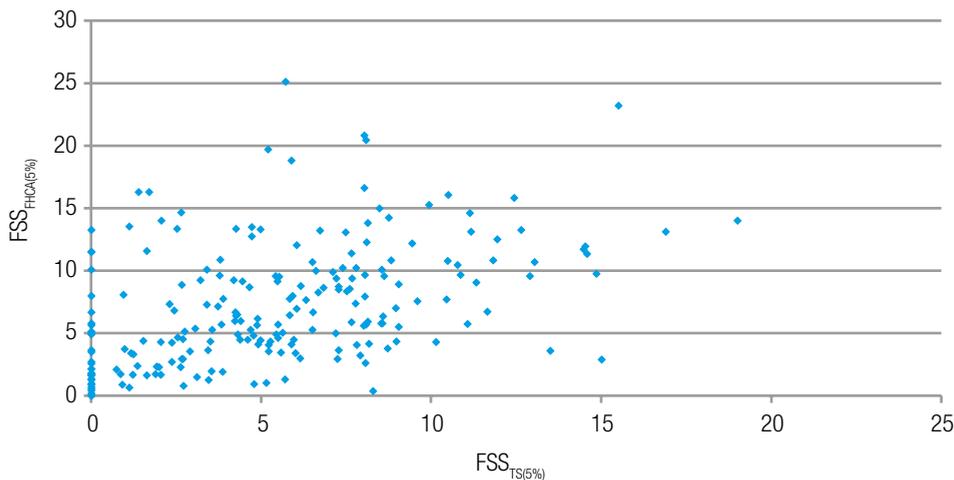
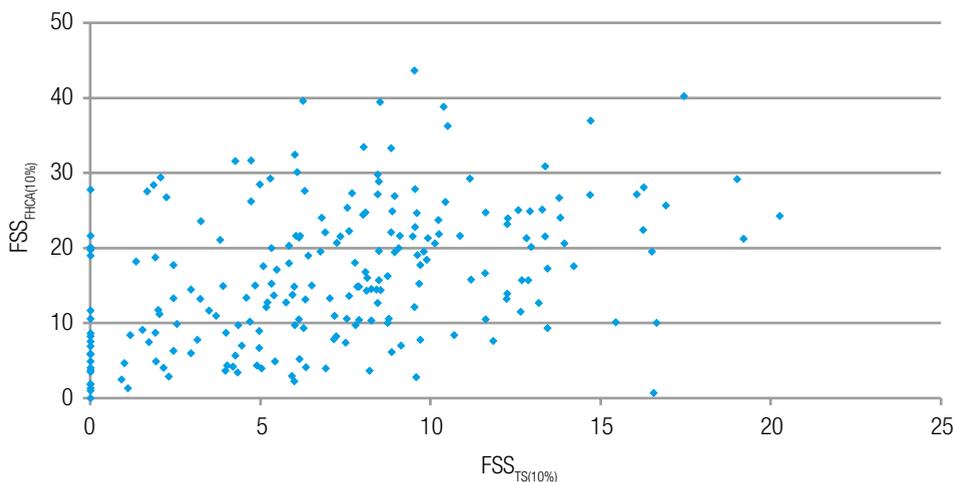


Figura 2.2 - Dispersione dei due indicatori di Forza Scientifica Frazionaria per i 218 SSD analizzati,  $HCA_{(10\%)}$



Volendo fornire una rappresentazione sintetica e unitaria di SSD di forza e di debolezza, in Tabella 2.7 riportiamo l'unione di due insiemi di SSD. Il primo insieme è costituito dagli SSD che si collocano nel secondo quadrante (alto-alto) della distribuzione di  $FSS_{TS(5\%)}$  e  $FSS_{FHCA(5\%)}$  essendo i confini dei quadranti rappresentati dalle rispettive mediane. Il secondo insieme è l'equivalente per  $HCA_{(10\%)}$ . I 58 (27%) SSD così identificati rappresentano gli SSD di forza del nostro sistema ricerca. Tra di essi si nota la totale assenza di settori di Scienze matematiche e informatiche, e la cospicua presenza di settori di Scienze chimiche (64%), biologiche (42%), fisiche (38%), Ingegneria industriale e dell'informazione (33%), e Scienze mediche (30%).

Con lo stesso procedimento, individuiamo l'unione degli insiemi di SSD che si collocano nel primo quadrante (basso-basso), ossia i 53 SSD (24%) deboli del nostro sistema ricerca (Tabella 2.8). Tra questi, notiamo la totale assenza di settori delle Scienze chimiche e la cospicua presenza di settori di Scienze matematiche e informatiche (70%), Scienze economiche e statistiche (65%), Scienze agrarie e veterinarie (30%). In particolare Scienze fisiche (25%) e Scienze mediche (24%) mostrano una disomogeneità disciplinare, ove a settori di eccellenza se ne affiancano altri di notevole debolezza.

Infine, in Tabella 2.9 riportiamo i 10 (4,6%) SSD più forti e i 10 (4,6%) SSD più deboli, considerando la media delle posizioni in classifica registrate nelle quattro distribuzioni. La Tabella 2.9 conferma la forza di alcuni SSD di Scienze fisiche (12,5%), Scienze mediche (8,0%) e Ingegneria industriale e dell'informazione (7,1%), a cui si aggiunge Scienze psicologiche e pedagogiche (10%). La debolezza è **confermata in alcuni SSD di Scienze matematiche e informatiche (30%) e Scienze economiche e statistiche (5,9%)**, mentre il dato per Ingegneria industriale e dell'informazione (7,1%) rivela una certa disomogeneità a livello disciplinare.

**Tabella 2.7 - Settori Scientifico Disciplinari (SSD) che presentano tutti e quattro i valori di Forza Scientifica Frazionaria superiori alle relative mediane, e dimensione relativa (rango percentile, 100 = top)**

SSD	ADU*	Dimensione (percentile)	FSS <sub>TS(5%)</sub>	FSS <sub>TS(10%)</sub>	FSS <sub>FHC(5%)</sub>	FSS <sub>FHC(10%)</sub>
FIS/03 - Fisica della materia	2	92,2	6,50	10,69	9,54	22,85
FIS/05 - Astronomia e astrofisica	2	62,7	8,07	20,44	10,38	38,84
FIS/07 - Fisica applicata (a beni culturali, ambientali, biologia e medicina)	2	85,3	11,32	9,02	8,94	19,48
CHIM/01 - Chimica analitica	3	81,1	6,83	8,63	10,24	21,91
CHIM/02 - Chimica fisica	3	90,3	10,85	9,65	12,27	23,97
CHIM/03 - Chimica generale e inorganica	3	94,0	7,10	9,89	8,87	24,94
CHIM/06 - Chimica organica	3	95,4	6,52	6,66	8,48	19,65
CHIM/08 - Chimica farmaceutica	3	93,1	6,04	6,95	9,92	21,33
CHIM/09 - Farmaceutico tecnologico applicativo	3	74,2	6,61	10,00	7,55	25,40
CHIM/12 - Chimica dell'ambiente e dei beni culturali	3	15,7	9,43	12,16	12,57	25,11
GEO/04 - Geografia fisica e geomorfologia	4	51,2	7,60	8,53	7,60	22,31
GEO/05 - Geologia applicata	4	51,6	8,96	7,00	13,44	17,33
GEO/12 - Oceanografia e fisica dell'atmosfera	4	3,2	9,60	7,54	19,19	21,23
BIO/09 - Fisiologia	5	94,5	5,92	7,97	10,86	21,68
BIO/10 - Biochimica	5	99,5	7,51	8,33	9,10	21,62
BIO/11 - Biologia molecolare	5	78,3	8,75	14,24	9,55	27,89
BIO/12 - Biochimica clinica e biologia molecolare clinica	5	62,2	10,44	7,67	16,25	22,44
BIO/13 - Biologia applicata	5	82,5	7,66	11,40	8,93	26,97
BIO/14 - Farmacologia	5	95,9	7,27	8,47	9,59	24,67
BIO/17 - Istologia	5	65,4	9,93	15,26	8,83	33,29
BIO/19 - Microbiologia generale	5	49,8	7,79	10,20	20,25	24,28
MED/01 - Statistica medica	6	42,4	11,94	12,48	10,23	23,74
MED/03 - Genetica medica	6	60,8	14,48	11,70	8,44	27,14
MED/04 - Patologia generale	6	93,5	11,14	14,61	13,36	30,91
MED/07 - Microbiologia e microbiologia clinica	6	84,8	7,77	7,35	7,77	18,09
MED/08 - Anatomia patologica	6	81,6	5,41	9,58	9,47	21,60
MED/09 - Medicina interna	6	97,7	7,40	10,20	8,83	22,11
MED/10 - Malattie dell'apparato respiratorio	6	47,0	14,86	9,73	16,51	19,54
MED/11 - Malattie dell'apparato cardiovascolare	6	79,3	14,58	11,34	13,81	24,09
MED/12 - Gastroenterologia	6	63,1	12,63	13,24	13,78	26,72
MED/13 - Endocrinologia	6	77,0	10,48	10,78	16,92	25,70
MED/15 - Malattie del sangue	6	72,4	15,50	23,19	17,44	40,28

SSD	ADU*	Dimensione (percentile)	FSS <sub>TS(5%)</sub>	FSS <sub>TS(10%)</sub>	FSS <sub>FHCA(5%)</sub>	FSS <sub>FHCA(10%)</sub>
MED/26 - Neurologia	6	88,0	10,77	10,45	8,08	24,79
MED/39 - Neuropsichiatria infantile	6	34,1	8,13	13,80	16,27	28,10
MED/48 - Scienze infermieristiche e tecniche neuropsichiatriche e riabilitative	6	3,7	16,90	13,11	8,45	29,82
MED/49 - Scienze tecniche dietetiche applicate	6	22,1	13,03	10,66	10,43	26,12
AGR/04 - Orticoltura e floricoltura	7	12,9	8,13	5,92	8,13	16,07
AGR/08 - Idraulica agraria e sistemazioni idraulico-forestali	7	19,4	19,01	13,98	19,01	29,17
AGR/16 - Microbiologia agraria	7	58,5	12,90	9,55	11,61	24,77
ICAR/04 - Strade, ferrovie ed aeroporti	8	31,8	8,55	10,09	12,82	21,33
ICAR/08 - Scienza delle costruzioni	8	86,6	9,04	8,91	9,60	19,06
ING-IND/09 - Sistemi per l'energia e l'ambiente	9	37,8	5,72	25,09	9,53	43,66
ING-IND/16 - Tecnologie e sistemi di lavorazione	9	64,1	12,43	15,81	14,69	27,07
ING-IND/17 - Impianti industriali meccanici	9	60,4	6,04	12,03	7,25	20,70
ING-IND/22 - Scienza e tecnologia dei materiali	9	79,7	14,53	11,94	16,06	27,19
ING-IND/24 - Principi di ingegneria chimica	9	31,3	8,61	9,56	12,92	24,92
ING-IND/27 - Chimica industriale e tecnologica	9	17,1	5,88	18,82	14,70	36,98
ING-IND/32 - Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	9	48,4	8,03	16,63	8,03	33,49
ING-IND/33 - Sistemi elettrici per l'energia	9	44,2	11,81	10,82	10,12	20,66
ING-IND/34 - Bioingegneria industriale	9	30,0	11,16	13,09	11,16	29,26
ING-INF/02 - Campi elettromagnetici	9	66,8	8,58	6,36	12,86	15,76
ING-INF/03 - Telecomunicazioni	9	88,5	7,47	13,06	8,01	24,46
ING-INF/04 - Automatica	9	82,0	8,47	14,97	8,47	28,92
ING-INF/05 - Sistemi di elaborazione delle informazioni	9	96,3	8,81	10,80	9,07	19,98
ING-INF/07 - Misure elettriche e elettroniche	9	52,5	7,20	9,38	12,96	20,16
M-PSI/02 - Psicobiologia e psicologia fisiologica	11	57,1	10,50	16,05	10,50	36,26
M-PSI/04 - Psicologia dello sviluppo e psicologia dell'educazione	11	72,8	6,73	13,21	7,69	27,35
SECS-P/05 - Econometria	13	18,0	11,65	6,71	8,74	16,26

\* ADU 1, Scienze matematiche e informatiche; 2, Scienze fisiche; 3, Scienze chimiche; 4, Scienze della terra; 5, Scienze biologiche; 6, Scienze mediche; 7, Scienze agrarie e veterinarie; 8, Ingegneria civile e architettura; 9, Ingegneria industriale e dell'informazione; 10, Scienze psicologiche e pedagogiche; 11, Scienze economiche e statistiche.

Nota:  $TSs_{(5\%)}$  e  $TSs_{(10\%)}$  sono ricercatori che hanno prodotto un numero di pubblicazioni, rispettivamente nel top 5% e 10% per citazioni, superiore ad una certa soglia.  $FSS_{TS(5\%)}$  e  $FSS_{TS(10\%)}$  sono il numero medio annuo rispettivamente di  $TSs_{(5\%)}$  e  $TSs_{(10\%)}$  per unità di spesa della ricerca nel settore scientifico disciplinare di appartenenza.

$FSS_{FHCA(5\%)}$  e  $FSS_{FHCA(10\%)}$  sono il numero medio annuo di contributi alle pubblicazioni, rispettivamente nel top 5% e 10% per citazioni, per unità di spesa della ricerca nel settore scientifico disciplinare.

**Tabella 2.8 - Settori Scientifico Disciplinari (SSD) che presentano tutti e quattro i valori di Forza Scientifica Frazionaria inferiori alle relative mediane, e dimensione relativa (rango percentile, 100 = top)**

SSD	ADU*	Dimensione (percentile)	FSS <sub>TS(6%)</sub>	FSS <sub>TS(10%)</sub>	FSS <sub>FHQ(6%)</sub>	FSS <sub>FHQ(10%)</sub>
MAT/01 - Logica matematica	1	11,5	0,00	2,16	4,34	3,43
MAT/02 - Algebra	1	65,0	1,11	0,64	1,11	1,36
MAT/03 - Geometria	1	90,8	0,91	0,86	0,91	2,50
MAT/04 - Matematiche complementari	1	29,5	0,00	0,00	2,30	2,91
MAT/05 - Analisi matematica	1	98,2	1,89	1,69	4,01	4,38
MAT/06 - Probabilità e statistica matematica	1	52,1	0,00	1,63	5,92	3,00
MAT/07 - Fisica matematica	1	83,9	1,22	1,68	4,26	5,71
FIS/06 - Fisica per il sistema terra e il mezzo circumterrestre	2	16,6	0,00	5,12	5,95	13,79
FIS/08 - Didattica e storia della fisica	2	6,9	0,00	2,69	0,00	4,88
GEO/01 - Paleontologia e paleoecologia	4	36,9	1,92	2,34	1,92	8,77
GEO/02 - Geologia stratigrafica e sedimentologica	4	54,8	2,70	4,52	5,39	13,67
GEO/11 - Geofisica applicata	4	13,4	0,00	2,14	0,00	6,96
BIO/07 - Ecologia	5	75,1	3,55	5,29	5,32	15,23
MED/19 - Chirurgia plastica	6	25,8	0,00	1,67	2,44	6,35
MED/20 - Chirurgia pediatrica e infantile	6	15,2	0,00	0,71	0,00	3,77
MED/27 - Neurochirurgia	6	46,5	0,00	1,78	4,97	8,98
MED/28 - Malattie odontostomatologiche	6	91,7	3,11	1,50	4,44	6,99
MED/29 - Chirurgia maxillofaciale	6	18,9	2,72	0,80	5,43	4,89
MED/30 - Malattie apparato visivo	6	76,0	3,50	4,32	6,13	10,55
MED/31 - Otorinolaringoiatria	6	56,7	0,00	0,86	3,96	3,65
MED/32 - Audiologia	6	14,7	3,46	1,25	6,91	3,98
MED/42 - Igiene generale e applicata	6	86,2	4,60	4,46	5,17	12,17
MED/43 - Medicina legale	6	76,5	1,63	1,61	4,89	4,33
MED/44 - Medicina del lavoro	6	53,0	4,31	4,90	5,74	12,78
MED/47 - Scienze infermieristiche ostetrico-ginecologiche	6	0,0	0,00	4,91	0,00	8,62
AGR/02 - Agronomia e coltivazioni erbacee	7	63,6	3,44	3,62	4,58	13,39
AGR/09 - Meccanica agraria	7	33,6	2,04	4,29	2,04	11,25
AGR/18 - Nutrizione e alimentazione animale	7	36,4	3,86	1,91	1,93	4,93
AGR/19 - Zootecnica speciale	7	56,2	2,65	2,93	3,98	8,72
VET/03 - Patologia generale e anatomia patologica veterinaria	7	32,3	0,00	1,23	6,33	4,12
VET/07 - Farmacologia e tossicologia veterinaria	7	12,4	0,00	1,67	4,19	4,24
VET/08 - Clinica medica veterinaria	7	45,2	0,00	0,18	5,03	4,00

SSD	ADU*	Dimensione (percentile)	FSS <sub>TS(5%)</sub>	FSS <sub>TS(10%)</sub>	FSS <sub>FHCA(5%)</sub>	FSS <sub>FHCA(10%)</sub>
VET/09 - Clinica chirurgica veterinaria	7	35,5	0,00	0,54	5,99	2,27
VET/10 - Clinica ostetrica e ginecologia veterinaria	7	21,7	0,00	0,43	0,00	1,92
ICAR/01 - Idraulica	8	57,6	0,00	5,64	3,91	14,95
ICAR/07 - Geotecnica	8	59,4	1,23	3,32	3,70	11,02
ING-IND/02 - Costruzioni e impianti navali e marini	9	2,8	0,00	1,71	0,00	4,10
ING-IND/03 - Meccanica del volo	9	6,5	0,00	1,77	0,00	5,87
ING-IND/20 - Misure e strumentazione nucleari	9	0,9	0,00	1,61	0,00	1,91
ING-IND/28 - Ingegneria e sicurezza degli scavi	9	6,0	0,00	3,51	0,00	5,92
ING-IND/30 - Idrocarburi e fluidi del sottosuolo	9	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00
M-EDF/01 - Metodi e didattiche delle attività motorie	11	29,0	4,69	5,25	4,69	10,22
SECS-P/01 - Economia politica	13	97,2	2,90	3,54	3,14	7,77
SECS-P/02 - Politica economica	13	89,9	1,53	4,40	1,53	9,11
SECS-P/03 - Scienza delle finanze	13	71,4	1,99	2,29	0,99	4,70
SECS-P/04 - Storia del pensiero economico	13	9,7	0,00	0,97	0,00	1,36
SECS-P/07 - Economia aziendale	13	96,8	0,98	3,70	1,72	7,50
SECS-P/10 - Organizzazione aziendale	13	61,8	0,00	5,07	3,49	11,67
SECS-P/11 - Economia degli intermediari finanziari	13	80,2	0,74	2,10	2,95	5,98
SECS-S/01 - Statistica	13	91,2	1,35	2,38	4,96	6,70
SECS-S/03 - Statistica economica	13	61,3	1,17	3,37	1,17	8,43
SECS-S/05 - Statistica sociale	13	24,0	2,55	4,65	2,55	9,86
SECS-S/06 - Metodi matematici dell'economia e delle scienze attuariali e finanziarie	13	92,6	0,86	1,71	2,16	4,09

\* ADU 1, Scienze matematiche e informatiche; 2, Scienze fisiche; 3, Scienze chimiche; 4, Scienze della terra; 5, Scienze biologiche; 6, Scienze mediche; 7, Scienze agrarie e veterinarie; 8, Ingegneria civile e architettura; 9, Ingegneria industriale e dell'informazione; 10, Scienze psicologiche e pedagogiche; 11, Scienze economiche e statistiche.

Nota:  $Ts_{(5\%)}$  e  $Ts_{(10\%)}$  sono ricercatori che hanno prodotto un numero di pubblicazioni, rispettivamente nel top 5% e 10% per citazioni, superiore ad una certa soglia.  $FSS_{TS(5\%)}$  e  $FSS_{TS(10\%)}$  sono il numero medio annuo rispettivamente di  $Ts_{(5\%)}$  e  $Ts_{(10\%)}$  per unità di spesa della ricerca nel settore scientifico disciplinare di afferenza.

$FSS_{FHCA(5\%)}$  e  $FSS_{FHCA(10\%)}$  sono il numero medio annuo di contributi alle pubblicazioni, rispettivamente nel top 5% e 10% per citazioni, per unità di spesa della ricerca nel settore scientifico disciplinare.

**Tabella 2.9 - Primi 10 SSD e ultimi 10 SSD per posizione di classifica media secondo i quattro indicatori di Forza Scientifica Frazionaria considerati, e dimensione relativa (rango percentile, 100 = top)**

SSD*	ADU	Dimen. (perc.)	FSS <sub>TS(5%)</sub>		FSS <sub>FHCA(5%)</sub>		FSS <sub>TS(10%)</sub>		FSS <sub>FHCA(10%)</sub>		Posizione media
			valore	posizione	valore	posizione	valore	posizione	valore	posizione	
MED/15	6	72,4	15,50	3	23,19	2	17,44	4	40,28	2	3
AGR/08	7	19,4	19,01	1	13,98	18	19,01	3	29,17	19	10
MED/04	6	93,5	11,14	19	14,61	15	13,36	21	30,91	13	17
ING-IND/16	9	64,1	12,43	13	15,81	11	14,69	14	27,07	31	17
ING-IND/22	9	79,7	14,53	7	11,94	36	16,06	11	27,19	29	21
M-PSI/02	11	57,1	10,50	23	16,05	10	10,50	44	36,26	7	21
MED/12	6	63,1	12,63	12	13,24	26	13,78	18	26,72	34	22
MED/39	6	34,1	8,13	45	13,80	19	16,27	9	28,10	23	24
FIS/05	2	62,7	8,07	49	20,44	4	10,38	46	38,84	5	26
ING-IND/34	9	30,0	11,16	18	13,09	29	11,16	41	29,26	18	26
...											
MED/31	6	56,7	0,00	183	0,86	209	3,96	164	3,65	204	190
ING-IND/02	9	2,8	0,00	183	1,71	190	0,00	196	4,10	198	192
MAT/04	1	29,5	0,00	183	0,00	217	2,30	178	2,91	208	196
ING-IND/20	9	0,9	0,00	183	1,61	198	0,00	196	1,91	213	197
MED/20	6	15,2	0,00	183	0,71	211	0,00	196	3,77	202	198
MAT/03	1	90,8	0,91	180	0,86	208	0,91	195	2,50	210	198
MAT/02	1	65,0	1,11	177	0,64	212	1,11	193	1,36	215	199
SECS-P/04	13	9,7	0,00	183	0,97	206	0,00	196	1,36	214	200
VET/10	7	21,7	0,00	183	0,43	214	0,00	196	1,92	212	201
ING-IND/30	9	0,5	0,00	183	0,00	217	0,00	196	0,00	218	203

\*MED/15 - Malattie del sangue; AGR/08 - Idraulica agraria e sistemazioni idraulico-forestali; MED/04 - Patologia generale; ING-IND/16 - Tecnologie e sistemi di lavorazione; ING-IND/22 - Scienza e tecnologia dei materiali; M-PSI/02 - Psicobiologia e psicologia fisiologica; MED/12 - Gastroenterologia; MED/39 - Neuropsichiatria infantile; FIS/05 - Astronomia e astrofisica; ING-IND/34 - Bioingegneria industriale; MED/31 - Otorinolaringoiatria; ING-IND/02 - Costruzioni e impianti navali e marini; MAT/04 - Matematiche complementari; ING-IND/20 - Misure e strumentazione nucleari; MED/20 - Chirurgia pediatrica e infantile; MAT/03 - Geometria; MAT/02 - Algebra; SECS-P/04 - Storia del pensiero economico; VET/10 - Clinica ostetrica e ginecologia veterinaria; ING-IND/30 - Idrocarburi e fluidi del sottosuolo.

Nota:  $TSS_{(5\%)}$  e  $TSS_{(10\%)}$  sono ricercatori che hanno prodotto un numero di pubblicazioni, rispettivamente nel top 5% e 10% per citazioni, superiore ad una certa soglia.  $FSS_{TS(5\%)}$  e  $FSS_{TS(10\%)}$  sono il numero medio annuo rispettivamente di  $TSS_{(5\%)}$  e  $TSS_{(10\%)}$  per unità di spesa della ricerca nel settore scientifico disciplinare di afferenza.

$FSS_{FHCA(5\%)}$  e  $FSS_{FHCA(10\%)}$  sono il numero medio annuo di contributi alle pubblicazioni, rispettivamente nel top 5% e 10% per citazioni, per unità di spesa della ricerca nel settore scientifico disciplinare.

## 2.5 - Una discussione dei risultati conseguiti

La capacità di produrre avanzamenti di conoscenza ad altissimo impatto sulla comunità scientifica è un tratto distintivo dell'eccellenza di ricerca. In questo capitolo abbiamo cercato di quantificare questi avanzamenti di conoscenza tramite una misura empirica specifica, ossia le pubblicazioni che ricadono tra le top mondiali per numero di citazioni. A parità di risorse impiegate, quanto più numerosa è questa tipologia di avanzamenti in un settore e il numero di ricercatori in grado di produrli, tanto più quel settore può essere considerato un punto di forza del sistema ricerca paese. Gli indicatori bibliometrici proposti in questo lavoro cercano di misurare queste due dimensioni strettamente connesse dell'eccellenza. L'applicazione degli indicatori al sistema della ricerca accademica italiana ha consentito d'individuare i punti di forza e di debolezza a livello di settore scientifico e di area disciplinare. A settori di forza in Scienze fisiche e Scienze mediche si affiancano settori di debolezza in Scienze matematiche e informatiche e in Scienze economiche e statistiche. Una certa disomogeneità è emersa per Ingegneria industriale e dell'informazione che presenta sia settori di forza sia di debolezza.

L'utilizzo dei risultati che scaturiscono da analisi strategiche quali quelle condotte è duplice. Da una parte esse sono in grado di ispirare le politiche di ricerca (e industriale), dall'altra permettono di valutare l'efficacia delle eventuali azioni e incentivi adottati per orientare le attività di ricerca. Il prossimo Programma Nazionale per la Ricerca 2020-2025, attualmente in fase di elaborazione in Italia, potrebbe trarre notevole beneficio dai risultati dell'analisi strategica condotta: quali tra i settori di debolezza sono ritenuti strategici ai fini della competitività del sistema paese e dello sviluppo socio-economico di medio-lungo termine? E quali tra i settori di forza non lo sono? C'è allineamento tra settori scientifici di eccellenza e settori industriali di eccellenza del paese, prefigurando un sostegno dei primi ai secondi, attraverso il trasferimento di conoscenze e la formazione di forza lavoro specializzata? In breve, l'offerta di conoscenza da parte delle università è allineata alla relativa domanda del settore produttivo? Inoltre, qual è la quota di mercato mondiale (produzione scientifica) del paese nei settori forti e in quelli deboli. Sta rispettivamente crescendo o diminuendo? E le altre nazioni afferenti al medesimo gruppo competitivo stanno investendo o disinvestendo nei settori in cui il paese è forte/debole?

La risposta a domande di questo tipo permette di formulare politiche di ricerca fondate sui dati (informate) e priorità di intervento. La metodologia proposta per individuare i punti di forza e debolezza scientifica di un paese permette di evitare le distorsioni legate alla scala delle metodologie tradizionali, quali quelle che misurano la quota di articoli di un paese, citazioni o articoli altamente citati relativi al totale mondiale, senza tener conto di quale sia la dimensione delle risorse impiegate per generare quei risultati. Inoltre, gli accorgimenti adottati per controllare la diversa intensità di pubblicazione e collaborazione tra settori, e la possibilità di differenziare la soglia utilizzata per identificare gli HCA, dovrebbero garantire una sostanziale affidabilità del metodo.

Naturalmente, rimangono tutti i limiti e le approssimazioni connaturati nelle analisi bibliometriche, considerando che:

- i. le pubblicazioni non sono rappresentative di tutta la conoscenza prodotta;
- ii. i repertori bibliografici non sono esaustivi (non censiscono tutte le pubblicazioni prodotte);
- iii. le citazioni non sono sempre positive, attestazione dell'effettivo impiego delle conoscenze codificate nelle pubblicazioni citate, e rappresentative della totalità degli usi;
- iv. i risultati sono sensibili al sistema di classificazione dei settori di afferenza dei ricercatori e alle convenzioni adottate, come ad esempio la definizione di top scientist.

## Riferimenti bibliografici

- Abramo, G, Aksnes, D.G. e D'Angelo, C.A. 2019. Comparison of research productivity of Italian and Norwegian professors and universities. *Working paper*, <https://arxiv.org/abs/1907.02043>, ultimo accesso 27 Luglio, 2019.
- Abramo, G., D'Angelo, C.A. e Reale, E. 2019. Peer review vs bibliometrics: which method better predicts the scholarly impact of publications? *Scientometrics*, DOI: 10.1007/s11192-019-03184-y
- Abramo, G. 2018. Revisiting the scientometric conceptualization of impact and its measurement. *Journal of Informetrics*, 12(3), 590-597.
- Abramo, G. e D'Angelo, C.A. 2016a. A farewell to the MNCS and like size-independent indicators. *Journal of Informetrics*. 10(2), 646-651.
- Abramo, G. e D'Angelo, C.A. 2016b. A farewell to the MNCS and like size-independent indicators: Rejoinder. *Journal of Informetrics*. 10(2), 679-683.
- Abramo, G. e D'Angelo, C.A. 2014. Assessing national strengths and weaknesses in research fields. *Journal of Informetrics*, 8(3), 766-775.
- Abramo, G. e D'Angelo, C.A. 2014. How do you define and measure research productivity? *Scientometrics*, 101(2), 1129-1144.
- Abramo, G., Cicero, T. e D'Angelo, C.A. 2013. Individual research performance: a proposal for comparing apples to oranges. *Journal of Informetrics*, 7(2), 528-539.
- Abramo, G., D'Angelo, C.A. e Murgia, G. 2013. The collaboration behaviors of scientists in Italy: a field level analysis. *Journal of Informetrics*, 7(2), 442-454.
- Abramo, G., D'Angelo, C.A. e Cicero, T. 2012. What is the appropriate length of the publication period over which to assess research performance? *Scientometrics*, 93(3), 1005-1017.
- Abramo, G. e D'Angelo, C.A. 2007. Measuring science: Irresistible temptations, easy shortcuts and dangerous consequences. *Current Science*, 93(6), 762-766.

- Adams, J. (1998). Benchmarking international research. *Nature*, 396, 615–618.
- Boaz, A. e Ashby, D. 2003. *Fit for purpose? Assessing research quality for evidence based policy and practice*. Retrieved from ESRC UK Centre for Evidence Based Policy and Practice, <http://www.kcl.ac.uk/sspp/departments/politicaeconomy/research/cep/pubs/papers/assets/wp11.pdf>, ultimo accesso 27 Luglio, 2019.
- Bornmann, L. e Leydesdorff, L. 2011. Which cities produce more excellent papers than can be expected? A new mapping approach—using Google Maps—based on statistical significance testing. *Journal of the American Society of Information Science and Technology*, 62(10), 1954-1962.
- Bornmann, L., Leydesdorff, L., Walch-Solimena, C. e Ettl, C. 2011. Mapping excellence in the geography of science: an approach based on Scopus data. *Journal of Informetrics*, 5(4), 537-546.
- D'Angelo, C.A. e Abramo, G. 2015. Publication rates in 192 research fields. In A. Salah, Y. Tonta, A.A.A. Salah, C. Sugimoto (Eds) *Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Society of Scientometrics and Informetrics Conference - (ISSI 2015)* (pp. 909-919). Istanbul: Bogazici University Printhouse.
- D'Angelo, C.A., Giuffrida, C. e Abramo, G. 2011. A heuristic approach to author name disambiguation in bibliometrics databases for large-scale research assessments. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(2), 257-269.
- Glänzel, W. e Schubert, A. 1988. Characteristic scores and scales in assessing citation impact. *Journal of Information Science*, 14(2), 123-127.
- Grant, J., Brutscher, P.C., Kirk, S. E., Butler, L. e Wooding, S. 2010. *Capturing Research Impacts: A review of international practice*. Cambridge, UK: Rand Europe.
- Hauser, J.R. e Zettelmeyer, F. 1997. Metric to evaluate R, D & E. *Research Technology Management*, 40(4), 32-38.
- King, D.A. 2004. The scientific impact of nations - What different countries get for their research spending. *Nature*, 430, 311–316.

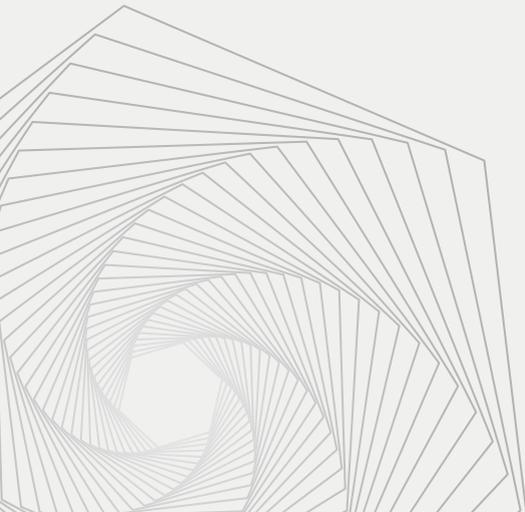
- Martin, B.R. e Irvine, J. 1983. Assessing basic research: some partial indicators of scientific progress in radio astronomy. *Research Policy*, 12(2), 61-90.
- May, R.M. 1997. The scientific wealth of nations. *Science*, 275(5301), 793-796.
- OECD-Organisation for Economic Co-operation and Development, 1997. *The Evaluation of Scientific Research: Selected Experiences*. Paris: OECD.
- Pislyakov, V. e Shukshina, E. 2012. Measuring Excellence in Russia: Highly Cited Papers, Leading Institutions, Patterns of National and International Collaboration. *17th International Conference on Science and Technology Indicators (STI)*, 5-8 September, 2012 in Montreal, Quebec, Canada.
- Tijssen, R.J.W. 2003. Scoreboards of research excellence. *Research Evaluation*, 12 (2), 91-103.
- Tijssen, R.J.W., Visser, M.S. e Van Leeuwen, T.N. 2002. Benchmarking international scientific excellence: Are highly cited research papers an appropriate frame of reference? *Scientometrics*, 54(3), 381-97.
- Werner, B.M. e Souder, W.E. 1997. Measuring R&D performance – state of the art. *Research Technology Management*, 40(2), 34-42.



# 3

## **LA STRUTTURA DEMOGRAFICA DEI RICERCATORI ITALIANI: COME PROCEDE IL RICAMBIO GENERAZIONALE?**

*Massimiliano Crisci, Lucio Morettini  
e Daniele Archibugi*



## SOMMARIO

I ricercatori italiani sono troppo vecchi? In una società che sta invecchiando, i ricercatori seguono le tendenze inerziali della popolazione attiva oppure si comportano diversamente? Sulla base di una ricognizione della letteratura, in questa sede ci si domanda prima di tutto se e perché sia un problema l'invecchiamento del “personale di ricerca”, ovvero quella parte della forza lavoro che si dedica a generare idee per il futuro. L'analisi della situazione italiana e di quella dei suoi principali partner internazionali mostra che oggi, in effetti, i nostri ricercatori sono mediamente più vecchi che altrove, ma anche che nel corso degli ultimi quindici anni il quadro demografico del nostro paese non ha subito mutamenti di rilievo. Il contesto di spiccato invecchiamento del comparto ricerca ereditato agli albori del duemila è rimasto dunque simile senza che si riuscisse ad invertire la tendenza. Tuttavia, sussistono differenze importanti tra la struttura demografica dei ricercatori del settore pubblico e di quello delle imprese: nel settore privato le tendenze sono governate da elementi contingenti al mercato del lavoro, mentre nel pubblico pesano le decisioni politiche, soprattutto quelle relative a nuove assunzioni. Le buone prassi presenti in letteratura indicano come via migliore per garantire nel sistema ricerca il giusto equilibrio tra le diverse generazioni quella della programmazione, della stabilità e della continuità, elementi che in Italia sono finora mancati nella sfera pubblica.

### 3.1 - Introduzione: abbiamo bisogno di ricercatori?

Da decenni viene evidenziato che l'Italia dedica meno risorse alla R&S rispetto ai suoi principali partner economici e commerciali. Il problema è stato ampiamente segnalato da amministratori pubblici e dirigenti d'azienda, da università e studiosi indipendenti e, da ultimo, dalla prima *Relazione sulla ricerca e l'innovazione* del CNR pubblicata nel 2018. La discussione sulle cause dello scarso investimento in R&S ha fatto emergere alcuni elementi ricorrenti e condivisi. Per quanto riguarda la componente privata, il problema sembra imputabile al tardivo sviluppo industriale, alla specializzazione internazionale in settori dove la competitività non risiede principalmente nella tecnologia e alla scarsa presenza di grandi imprese con risorse sufficienti per finanziare progetti di lungo periodo. Rispetto al settore pubblico, si è fatto riferimento alla inadeguatezza dei finanziamenti che si aggiungono ad una mancata programmazione di medio e lungo periodo e ad una diffusa sfiducia, più o meno palese, verso gli effetti positivi di ricerca e innovazione, a cui il "sistema paese" riesce parzialmente ad ovviare assorbendo risultati scientifici conseguiti altrove. Infine, è stato notato che l'integrazione tra le varie componenti del sistema della ricerca e dell'innovazione è spesso troppo scarsa, non riuscendo ad innestare quei circoli virtuosi che portano in altri paesi a strette collaborazioni tra ricerca universitaria e imprese private, tra Enti Pubblici di Ricerca e imprese pubbliche (Antonelli et al., 2007; Archibugi e Evangelista, 1995; Giannetti, 1998; Russo e Santoni, 2010).

L'analisi fin qui sintetizzata è largamente condivisa, così come lo sono le implicazioni per le politiche pubbliche e le strategie industriali. Eppure, i cambiamenti in atto sono assai scarsi e, come indicato anche in altre sezioni di questa Relazione, è assai difficile ottenere importanti cambiamenti di rotta<sup>1</sup>.

Questo capitolo, tuttavia, non intende semplicemente riproporre la solita (legittima) lamentazione sulle poche risorse destinate alla R&S, ma vuole affrontare un aspetto connesso con le difficoltà di programmazione dell'attività di R&S: la dinamica demografica dei ricercatori. È noto che il nostro paese, come molti altri del mondo occidentale, sta progressivamente invecchiando, e questo si riflette naturalmente anche nel mondo del lavoro. In

---

1 Si veda la Figura 5.1 sulla spesa per R&S e la Figura 5.7 sull'evoluzione nell'ammontare dei ricercatori.

che misura queste tendenze generali si riflettono anche nell'universo della R&S? E, soprattutto, quali sono i problemi che la dinamica demografica genera sull'efficacia e l'efficienza del sistema della ricerca e dell'innovazione?

Il prossimo paragrafo riporta i risultati dei poco numerosi lavori dedicati specificatamente alla distribuzione per età della popolazione dei ricercatori. La domanda che ci poniamo è se e perché l'invecchiamento dei ricercatori debba essere un problema: i ricercatori più anziani sono meno produttivi di quelli più giovani? Ma, soprattutto, quale può essere la distribuzione per età ideale degli studiosi all'interno di un gruppo di ricerca o addirittura di una nazione? Il paragrafo 3.3 fornisce alcune informazioni di contesto, richiamando le tendenze recenti sull'ammontare dei ricercatori italiani e presentando alcuni dati sulla loro età in confronto ad altri paesi. Il paragrafo 3.4 è dedicato specificatamente all'analisi demografica: in Italia i ricercatori sono più vecchi rispetto alla media degli occupati, anche se fortunatamente nel corso degli ultimi quindici anni il loro invecchiamento è stato più contenuto. Lo stesso paragrafo mostra l'evoluzione della struttura per età nel corso dell'ultimo decennio nei principali settori di attività: Università, Imprese, Istituzioni pubbliche e Istituzioni non-profit. Il paragrafo 3.5 riporta due approfondimenti: il primo dedicato all'evoluzione del quadro normativo per quanto riguarda entrate ed uscite dal sistema di ricerca. Il secondo, invece, discute un profilo particolare, quello dell'"assegnista di ricerca", che avrebbe dovuto rappresentare una fase di avvio nella formazione dei giovani ricercatori, ma che si è ormai trasformato in un modo per dare opportunità professionali a studiosi spesso non più agli inizi della carriera, in un contesto in cui il reclutamento ordinario segna il passo. Il paragrafo 3.6 presenta una stima del volume e della struttura dei ricercatori per settore di attività al 2025 e include un Box in cui si riportano le proiezioni considerando anche il genere. Nel paragrafo 3.7 si offrono alcune considerazioni conclusive e di sintesi.

### **3.2 - Quadro di riferimento: nel mondo della conoscenza l'età è solo un numero?**

L'invecchiamento dei ricercatori è stato affrontato a più riprese a partire dal 1970, anche in conseguenza della maggiore attenzione dedicata al pro-

blema generale dell'invecchiamento della popolazione nei paesi industriali. A richiamare probabilmente per la prima volta il problema, dopo che per decenni il numero di ricercatori era stabilmente cresciuto, è stato già quarant'anni fa il Dipartimento di Scienza, Tecnologia e Industria dell'OCSE (Fabien e Sirilli, 1978), con significative applicazioni anche al nostro paese (Rocchi e Sirilli, 1978). In questo lungo lasso di tempo, il focus dell'analisi è progressivamente cambiato, anche in conseguenza delle mutazioni che hanno interessato il mondo della scienza e della tecnologica, arricchendosi di nuovi punti di vista circa gli effetti dell'età dei ricercatori sull'attività scientifica e tecnologica.

L'invecchiamento dei ricercatori è stato ritenuto potesse essere un fattore negativo in virtù della diminuzione della produttività coll'avanzare dell'età. Tuttavia, la misurazione della produttività dei ricercatori è un argomento che è stato dibattuto a lungo, per la cui analisi empirica sono stati utilizzati diversi indicatori.

Levin e Stephan (1991) sono stati tra i primi a condurre uno studio sistematico e ad ampio spettro su questo tema, prendendo in considerazione un campione consistente di ricercatori in più settori disciplinari delle c.d. "scienze dure". Come indicatore della produttività scientifica, gli autori hanno preso in considerazione il numero di articoli scientifici suddivisi per età degli autori. Nella ricerca viene rilevata una correlazione negativa tra età degli studiosi e produttività: oltre una certa età, gli studiosi diventano meno prolifici. L'analisi empirica ha mostrato, come lecito attendersi, che il picco di produttività del ricercatore cambia da materia a materia, ma che generalmente si attesta in un arco che va dai 35 ai 45 anni. Goodwin e Sauer (1996) hanno esteso l'analisi anche alle scienze economiche e sociali, giungendo a risultati analoghi. In tempi più recenti l'argomento è stato ripreso da Abramo et al. (2016) che hanno distinto l'età dalla mansione, mostrando come un aumento di età in mancanza di progressione di carriera si risolva in una minore produttività, misurata in termini di *fractional scientific strength* (FSS)<sup>2</sup>. Sulla base di queste analisi, possiamo dedurre che una popolazione di ricercatori più anziana genererebbe meno pubblicazioni scientifiche, e quindi minori conoscenze.

---

<sup>2</sup> La misura elaborata dagli autori si basa su una media della quota di citazioni ricevute dai prodotti di ogni autore sul totale delle citazioni dello stesso ambito, ponderata per il numero di autori del prodotto e per la lunghezza della carriera del ricercatore.

Altri contributi hanno messo in discussione l'ipotesi secondo la quale l'avanzamento dell'età abbia effetti negativi sull'attività di ricerca. La correlazione tra produttività dei ricercatori ed età è forse più complessa e non si può identificare sulla base di un solo indicatore quale il numero degli articoli pubblicati. Kwick (2016) prende in considerazione la probabilità per un ricercatore di essere tra i *top performer*, ossia rientrare in quella categoria di ricercatori con una quota elevata di pubblicazioni su riviste prestigiose. Lo studio mostra che la presenza di ricercatori senior è più elevata tra i *top performer*, giacché la probabilità di pubblicare con costanza sulle riviste prestigiose è, a inizio carriera, molto bassa. All'opposto, se la produttività viene misurata come numero totale di pubblicazioni, i ricercatori più giovani risultano più prolifici in quanto devono ancora individuare una nicchia di specializzazione, tendendo a differenziare la produzione per trovare un proprio spazio in cui affermarsi (Seeber, 2017). Sembra che i più giovani tendano a favorire la quantità di pubblicazioni per ampliare il curriculum, mentre i più maturi concentrano gli sforzi su pubblicazioni di prestigio. In un'ottica più generale, Hall et al. (2007) mostrano come il legame tra produttività ed età dei ricercatori possano essere soggetti ad errori di definizione del modello statistico utilizzato.

Lo studio di Bonaccorsi e Daraio (2003) si focalizza sulla produttività dei ricercatori CNR, utilizzando dati sulla struttura di età vigente nel 1997. In mancanza di informazioni individuali, lo studio utilizza dati aggregati per area disciplinare, trovando una correlazione negativa tra numero di pubblicazioni ed età media dell'area disciplinare. L'intento degli autori era di provare l'effetto negativo dell'avanzare dell'età sulla produttività della ricerca, ma il dato aggregato apre nuovi scenari di analisi in cui l'età diventa un elemento rilevante per capire come lavorano e che cosa producono i vari gruppi di ricerca.

Lo studio di Cararyol e Matt (2005) mostra come l'influenza dell'età sulla produttività di ricerca, se quest'ultima è misurata esclusivamente come numero di pubblicazioni e numero di citazioni, non fornisca risultati ben definiti. Ad una conclusione analoga giungono Mishra e Smyth (2013) i quali mostrano come nel campo della giurisprudenza una maggiore età è associata ad una crescita del numero di citazioni ma non ad una crescita di articoli pubblicati. Il che richiama la necessità di ampliare la natura dell'output generata dall'attività di ricerca. In particolare, gli autori notano che occorre considerare non solo l'attività dei singoli ricercatori, ma anche il

contesto in cui questi operano. Risulta così determinante indagare su quale sia il ruolo di ciascuno dei ricercatori coinvolti e quali siano le collaborazioni interne alle unità di ricerca.

Sulla stessa linea concettuale, la ricerca di Landry et al. (2010) amplia il concetto di produttività legandolo a diversi modi di trasferimento della conoscenza. Considerando una molteplicità di fattori, lo studio mostra come con il tempo diminuisca l'intensità di alcune attività, quali la pubblicazione di articoli e l'insegnamento, e aumenti quella di altre, quali la raccolta esterna di fondi e il *mentoring*. L'attività di *mentoring* diventa un elemento fondamentale nello sviluppo della ricerca di alcuni campi come la medicina, dove l'esempio pratico ha una valenza elevata (Cho et al., 2011; Cohen et al. 2012), ma il discorso può essere facilmente mutuato anche ad altri settori di ricerca.

Questi elementi rinforzano il punto di vista di Auriol (2010) secondo cui la ricerca non è più solo un'attività individuale. Diventa rilevante innestare su un solido retroterra l'apporto di nuove idee, lo sviluppo di nuove tecniche e di nuovi approcci di ricerca, e questo si coniuga meglio in gruppi dove collaborano persone di diversa età. In questo senso troviamo conferme anche nel contributo di Abramo et al. (2017), i quali mostrano come la produttività, misurata tramite FSS, sia influenzata dalle collaborazioni, che tali collaborazioni sono tanto più efficaci quando sviluppate all'interno della stessa istituzione e tanto più probabili quanto più il singolo ricercatore avrà un profilo rilevante in termini di produzione precedente e mansione. La produttività di un sistema di ricerca sarà tanto maggiore quanto più all'interno dei gruppi si riuscirà a trovare un equilibrato dosaggio tra esperienza, relazioni sociali e capacità gestionale, spesso posseduta in grado maggiore dai ricercatori più anziani, e l'originalità e l'innovatività di cui sono portatori i ricercatori più giovani.

L'importanza dell'integrazione nei gruppi di ricerca è sottolineata anche da Megmentin (2000), che pone l'accento sui rapporti personali tra ricercatori alle prime esperienze e quelli più esperti, sottolineando come sia necessario creare un rapporto fiduciario sigillato dalla possibilità per i primi di "sostituire" i secondi nel corso del tempo. La mancanza di una prospettiva di ricambio interno ad un gruppo di lavoro potrebbe spingere i ricercatori più giovani ad abbandonare l'ambito di ricerca a favore del settore privato (Morettoni et al., 2016) o ad intraprendere una carriera internazionale lontana

dal paese di origine (Reale et al., 2019). La conseguenza sarebbe la sclerotizzazione del gruppo intorno ai componenti più maturi. Ciò sarebbe un danno perché condurrebbe alla distrazione del capitale umano altamente qualificato e, inoltre, renderebbe difficile se non impossibile il ricambio generazionale dei ricercatori.

Gli elementi riportati suggeriscono che il problema dell'età dei ricercatori non va affrontato solo dal punto di vista degli effetti sulla produttività individuale dei ricercatori, ma va analizzata complessivamente la dinamica anagrafica, cercando un bilanciamento tra classi di età. Tale bilanciamento è necessario per conseguire:

- Un ricambio costante della platea dei ricercatori che assicuri continuità al sistema di ricerca;
- L'inclusione all'interno dei processi di ricerca sia di nuovi approcci che la mantengano sulla frontiera della conoscenza, sia di competenze acquisite tramite esperienza;
- Una prospettiva stabile che consenta a tutte le generazioni di accedere alla professione di ricercatore.

Un'analisi della struttura demografica dei ricercatori italiani potrà aiutare a capire quale sia la situazione attuale e quali siano gli strumenti per realizzare questi obiettivi.

### **3.3 - Il personale addetto alla R&S: stock e dinamiche**

In questo paragrafo ci occuperemo di illustrare i fattori di contesto in cui sarà sviluppata l'analisi sulla struttura demografica della popolazione di ricerca. In sequenza presenteremo i dati relativi all'evoluzione delle risorse umane a disposizione della Ricerca e Sviluppo (R&S) in Italia dal 2005 al 2016, confrontandola con i dati dei principali paesi europei e ponendola in relazione alle risorse finanziarie a disposizione della ricerca.

Faremo riferimento in questo capitolo ai soli *ricercatori*, definiti dal Manuale di Frascati (OCSE, 2015) quale categoria di professionisti impiegati come personale interno o esterno nelle unità che svolgono ricerca e che sono impegnati nella creazione di nuova conoscenza, attraverso lo sviluppo di concetti, teorie, tecniche e metodi operativi. L'analisi sarà basata sul numero assoluto di ricercatori impiegati in ogni settore della ricerca in ciascuno degli anni considerati. Per ulteriori particolari sulle fonti dei dati utilizzate rimandiamo al Box 3.1.

### **Box 3.1 - Le fonti statistiche sull'età dei ricercatori: dati disponibili e limiti**

L'analisi svolta in questo capitolo è basata su informazioni demografiche sul personale che svolge attività di ricerca tratte da varie indagini e pubblicazioni nazionali e internazionali.

La principale fonte utilizzata è la *Rilevazione sulla Ricerca e lo Sviluppo* svolta annualmente dall'ISTAT, che fornisce dati sulle Imprese, le Istituzioni pubbliche, le Università e le Istituzioni private non profit che svolgono sistematicamente attività di ricerca (R&S). Questi dati vengono periodicamente diffusi in forma aggregata nell'ambito del Rapporto Statistico pubblicato dall'ISTAT e sono presenti anche nel database EUROSTAT *Science Technology and Digital Society*, che diffonde anche dati sulla struttura per età dei ricercatori nelle università e nelle istituzioni pubbliche, disponibili solo per alcuni stati oltre che per l'Italia.

Tornando ai dati riferiti al nostro paese, le informazioni sulla struttura per età dei ricercatori dell'Università, stimati dall'ISTAT mediante una procedura che utilizza i dati amministrativi forniti dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR), hanno rivelato alcune incongruenze che non ne hanno reso possibile l'utilizzo. Si è perciò ritenuto preferibile fare diretto riferimento ai dati MIUR pubblicati sul *Portale dei Dati dell'Istruzione Superiore*, che, rispetto alle stime dell'ISTAT, sottostimano l'ammontare del personale di ricerca nel settore Università. Infatti, mentre i dati MIUR riguardano i ricercatori attivi alla fine di ciascun anno di riferimento, i dati ISTAT sono riferiti a tutto il personale che ha svolto attività di ricerca nell'arco dell'anno. Ciò ha provocato talvolta dei problemi di confrontabilità con le informazioni degli altri settori di ricerca, che sono stati segnalati a margine delle figure. Malgrado i suddetti limiti delle fonti, si è voluta favorire una lettura di insieme dell'andamento futuro (2020-2025) nei vari settori istituzionali che includesse l'Università. Per questo motivo, per il settore Università le previsioni del volume totale dei ricercatori si sono basate sulla quantificazione dell'ISTAT, mentre

le previsioni per età sono state prodotte a partire da una redistribuzione dei ricercatori stimati dall'ISTAT sulla base della struttura per classe di età di fonte MIUR, ritenuta più affidabile.

Va segnalato che, fino al 2004, i dati diffusi dall'ISTAT sui ricercatori del settore Università non includevano gli assegnisti di ricerca. Al fine di presentare delle serie storiche omogenee, sono state quindi prese in considerazione le informazioni comprese tra il 2005 e il 2016, ultimo anno disponibile al momento della chiusura di questa Relazione (luglio 2019).

Le informazioni di fonte ISTAT sulla struttura per età degli addetti alla ricerca sono organizzate in classi di ampiezza decennale, aperte in corrispondenza delle età inferiori ai 25 anni e superiori ai 65. Non si è potuto disporre della serie storica completa 2005–2016 dei ricercatori per classe di età per le Istituzioni pubbliche (dato mancante per l'anno 2006) e per le Imprese (dati mancanti nei periodi 2006-2009 e 2011-2012).

Per i principali Enti Pubblici di Ricerca vigilati dal MIUR (Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Istituto Nazionale di Astrofisica, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale) la classificazione del personale di ricerca secondo la mansione è stata ricavata dalle “Determinazioni e relazioni sul risultato del controllo eseguito sulla gestione finanziaria” redatta per ogni ente dalla Corte dei Conti con dati riferibili al periodo 2007–2016 (dal 2009 per l' Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale). Gli stessi dati non riportano indicazioni circa la distribuzione in classi di età.

Per ampliare il confronto internazionale abbiamo preso in considerazione i dati OCSE tratti dal database *Education at Glance* per gli insegnanti delle istituzioni terziarie classificati in tre grandi classi di età: inferiore ai 30 anni, tra 30 e 49 anni e 50 anni e più.

### **3.3.1 - L'evoluzione degli stock di ricercatori**

Sappiamo bene che il nostro paese ha un numero di ricercatori inferiore a quello dei nostri principali partner (si veda Fabrizio et al., 2018). L'Italia si caratterizza, rispetto ad altri paesi, per una storica debolezza in termini di risorse messe a disposizione delle attività di Ricerca e Sviluppo. La spesa per R&S ha registrato una crescita negli ultimi anni ma continua a restare al di sotto dell'1,5% del PIL. Inoltre, la tendenza al rialzo del rapporto R&S/PIL

potrebbe essere stata amplificata dalla crisi economica che ha rallentato, se non ridotto, il PIL (Figura 5.1, dato aggiornato al 2017).

La debolezza del sistema della ricerca italiano è rilevante anche in termini di risorse umane a disposizione. I ricercatori, come detto in precedenza, sono figure professionali che racchiudono la sintesi delle conoscenze scientifiche e tecnologiche esistenti e sono votate alla produzione di nuove forme di conoscenza. Per questo motivo l'esistenza di un congruo numero di ricercatori è un presupposto fondamentale per lo sviluppo dei sistemi nazionali della ricerca e dell'innovazione.

La quota del numero totale di ricercatori in rapporto alle forze lavoro è costantemente cresciuta nell'ultimo decennio, rimanendo però ben al di sotto della quota degli altri paesi e distanziandosi ancora di più dalla media dei paesi europei (Figura 5.7, dato aggiornato al 2017).

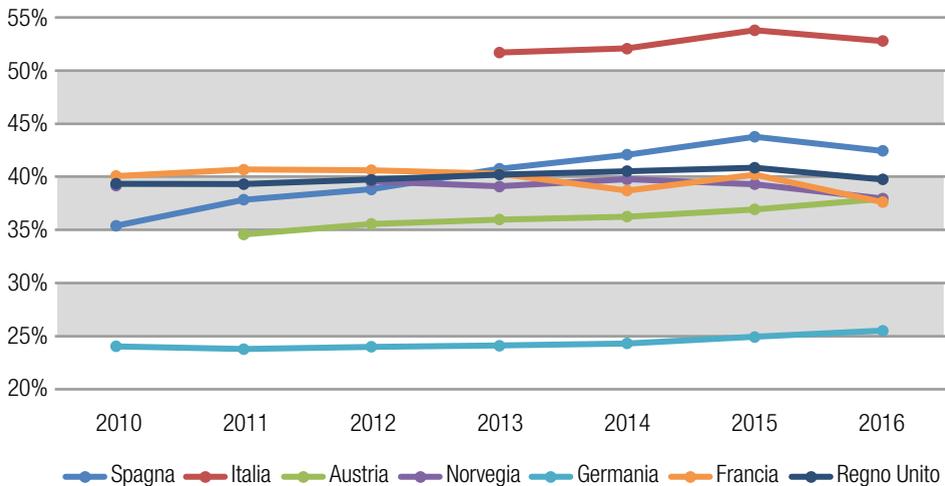
La crescita è considerevole se consideriamo il numero totale di ricercatori: dal 2005 al 2016 i ricercatori sono aumentati di circa 60.000 unità. Tra i settori istituzionali, la crescita più rilevante è stata registrata dalle imprese: i dati più recenti mostrano come sia in atto una tendenza che ha avvicinato il settore Imprese all'Università, anche se quest'ultima rimane ancora l'area con il più alto numero di ricercatori (78.000 contro 72.000). Il settore Università ha sperimentato una crescita molto limitata, mantenendo il numero complessivo pressoché costante nel tempo. Anche le Istituzioni pubbliche hanno sperimentato complessivamente una crescita sensibile nel corso degli ultimi 10 anni; il numero di ricercatori ha visto una considerevole crescita tra il 2005 e il 2006, per diminuire negli anni successivi, tornare a crescere e stabilizzarsi nell'ultimo quinquennio, al pari dell'Università. Attualmente, con circa 29.000 ricercatori, le Istituzioni pubbliche raccolgono oltre il 15% del totale. Infine, il settore Privato non profit ha un peso ridotto nel complesso del settore della ricerca, nel corso degli anni il numero complessivo di ricercatori ha avuto un andamento altalenante, per assestarsi a 6.600 unità.

### ***3.3.2 - I ricercatori italiani sono più vecchi che altrove? Qualche confronto internazionale***

Al fine di comprendere meglio la situazione italiana, è opportuno inserirla in un confronto internazionale, per valutare se e come la debolezza in termini

di risorse finanziarie sia collegata alla struttura per età dei ricercatori. Purtroppo, la disponibilità di dati per un confronto internazionale è limitata (si veda il Box 3.1) ma abbiamo elementi per tracciare un quadro tendenziale. La Figura 3.1 mostra l'andamento della quota dei docenti delle istituzioni terziarie con età superiore ai 50 anni nei principali paesi europei tra il 2010 e il 2016. Si tratta solamente di una componente degli addetti alla ricerca, ma comunque importante anche perché è direttamente connessa alle politiche di reclutamento effettuate dal governo. Dai dati emerge come l'Italia sia il paese con la percentuale di ultracinquantenni più alta: essi rappresentano più della metà del totale dei ricercatori universitari e il loro peso è lievemente cresciuto tra il 2013 e il 2016. All'opposto, la Germania presenta valori considerevolmente più bassi rispetto agli altri paesi, con la quota degli ultracinquantenni tendenzialmente costante ed inferiore al 27%. Tra questi due estremi, gli altri paesi presentano valori raggruppati tra il 35 e il 44% con dinamiche pressoché stagnanti ad eccezione della Spagna, che ha una quota di ultracinquantenni che cresce dal 35,4% del 2010 fino addirittura al 43,8% del 2015.

Figura 3.1 - Quota degli insegnanti nelle istituzioni terziarie con età superiore ai 50 anni nei principali paesi europei dal 2010 al 2016

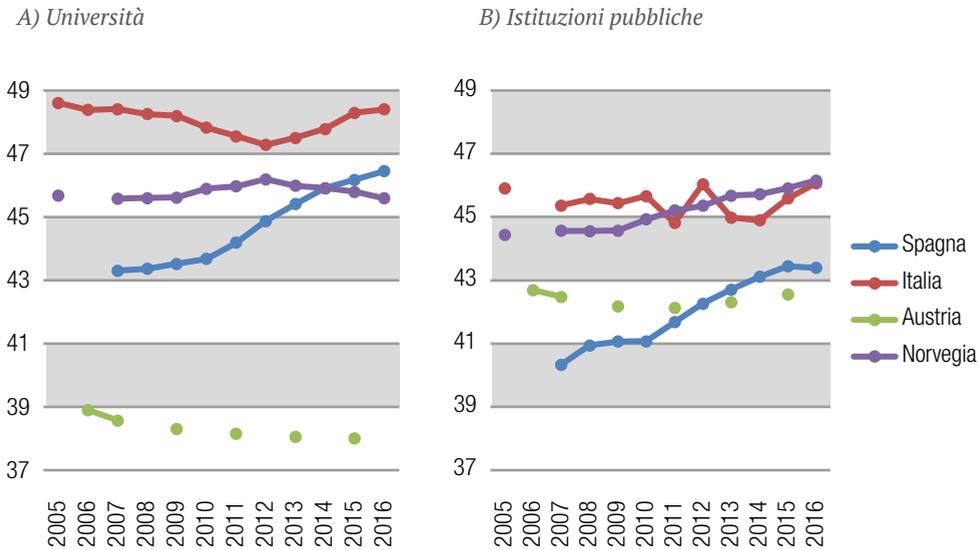


Fonte: OCSE - *Education at glance*.

Il dato sugli insegnanti nelle istituzioni terziarie approssima il numero dei ricercatori universitari in maniera credibile anche se con sensibilità diverse: in Francia, Italia e Spagna la categoria in questione comprende anche i docenti a contratto che non necessariamente svolgono attività da ricerca, ma il cui peso è limitato e quantificabile tra il 10 e il 15% del totale, concentrato soprattutto nelle classi di età più alte. Per paesi quali la Germania e l'Austria, le istituzioni terziarie comprendono anche gli istituti di Formazione superiore, il cui peso complessivo oscilla tra il 30 e il 40%.

Al fine di dare una descrizione più dettagliata, consideriamo le età medie dei ricercatori di Università e Istituzioni pubbliche disponibili nel database EUROSTAT per Italia, Spagna, Austria e Norvegia. La Figura 3.2, limitata ad un numero ristretto di paesi, conferma l'Italia come paese con l'età media più elevata per l'Università e in "condivisione" con la Norvegia per le Istituzioni pubbliche. L'Austria presenta un trend marcatamente decrescente in entrambi i settori, frutto di un progressivo aumento nel corso degli anni del numero di ricercatori con età compresa tra i 25 e i 34 anni, soprattutto nell'Università. All'opposto, in Spagna sono diminuiti i ricercatori nella stessa fascia di età a partire dal 2010, mentre negli ultimi anni sono aumentati i ricercatori con età compresa tra i 55 e i 64 anni. Le dinamiche dell'Italia saranno analizzate con maggior dettaglio nel prossimo paragrafo, ma è interessante rilevare come nel corso del tempo la struttura per età della Spagna, il paese con il più alto tasso di invecchiamento, si sia avvicinata a quella dell'Italia: in entrambi i paesi le classi di età con maggior peso sono quelle centrali (35-44 e 45-54), la cui numerosità è rimasta costante nel tempo sia nell'Università che nelle Istituzioni pubbliche. Inoltre, in entrambi i paesi e in entrambi i settori si è assistito ad un ridimensionamento della numerosità della classe 25-34, ma il fenomeno ha avuto un peso maggiore in Spagna, dove ha causato una crescita netta dell'età media a partire dal 2010.

Figura 3.2 - Età media dei ricercatori nelle Università e nelle Istituzioni pubbliche, confronto tra paesi europei tra il 2005 e il 2016



Fonte: nostra elaborazione su dati EUROSTAT e MIUR.

### 3.4 - L'evoluzione della struttura per età dei ricercatori negli anni duemila

L'evoluzione della struttura per età dei ricercatori italiani è stata analizzata raramente in modo sistematico. Uno studio sull'invecchiamento dei ricercatori pubblicato nel 1978 poneva alcuni punti di riferimento che possono essere ancora oggi indicativi: lo studio evidenziava come gli assistenti universitari avessero un'età concentrata tra i 25 e i 40 anni, mentre l'età dei professori era mediamente molto più alta, tra i 45 e i 55 anni (Rocchi e Sirilli, 1978). Secondo lo stesso saggio, l'età media dei ricercatori degli Enti Pubblici di Ricerca era invece compresa tra i 36 e i 42 anni e variava in base alla disciplina di appartenenza.

L'universo qui considerato è rappresentato da tutto il personale di ricerca del settore pubblico e privato, includendo nel novero sia i ricercatori strutturati a tempo indeterminato e determinato che gli assegnisti di ricerca. Con rife-

rimento al periodo 2005-2016, si è voluta verificare l'esistenza di una relazione tra il processo di invecchiamento demografico della società italiana, ormai in atto da diversi decenni (Crisci, Gesano e Heins, 2006), e quanto evidenziato dall'insieme del personale attivo come ricercatore in Italia. Come prima indicazione comparativa di sintesi si è presa in considerazione sia l'età media dell'insieme dei residenti che quella dei soli residenti occupati.

Nel corso degli anni duemila, l'invecchiamento ha continuato a colpire la struttura della popolazione italiana tra i 24 e 69 anni<sup>3</sup>, la cui età media è cresciuta di quasi due anni, passando dai 45,8 anni del 2005 ai 47,4 anni del 2016, mentre l'età media degli occupati è aumentata di oltre 3 anni, da 41,9 a 45,1 anni (Figura 3.3). Si è quindi verificata una convergenza tra le due curve, dovuta alla differente velocità con cui l'invecchiamento ha colpito residenti e occupati. L'invecchiamento più accelerato da parte degli occupati può essere ricondotto a due eventi principali. Da un lato, la posizione dei giovani adulti nel mercato del lavoro si è ulteriormente indebolita con la crisi economica, come palesato dall'aumento degli inattivi e dalla forte crescita del tasso di disoccupazione della classe di età 25-34 anni, passato tra il 2008 e il 2016 dal 8,9% al 17,7%. Allo stesso tempo, sulla struttura degli occupati ha certamente avuto degli effetti l'entrata in vigore della riforma Fornero nel 2012 e il conseguente spostamento in avanti dell'età pensionabile.

Per quanto riguarda l'età media dei ricercatori italiani, sebbene i dati non siano disponibili per ciascun anno del decennio considerato, risulta evidente l'assenza di rilevanti cambiamenti, con valori che si attestano sempre tra i 45 e i 46 anni e che mostrano anche un leggero calo rispetto al 2005. Questa prima comparazione sembra evidenziare uno scollamento tra quanto accade nel mondo della ricerca e un processo di invecchiamento demografico che continua invece ad attraversare la società italiana in modo strutturale.

Ulteriori elementi di riflessione sono forniti dall'età media nei diversi settori di attività (Figura 3.4). L'andamento della curva relativa alle Istituzioni pubbliche ricalca quanto visto in precedenza per l'insieme dei ricercatori, con un'età media altalenante tra i 45 e i 46 anni per l'intero periodo. Lo scarto

---

<sup>3</sup> L'età media è stata calcolata sulla popolazione residente e sui residenti occupati che hanno un'età compresa tra 24 e 69 anni, in modo da approssimare l'età potenziale del personale attivo come ricercatore e rendere più omogeneo il confronto. I dati sono tratti dal sito I.Stat e le fonti sono la "Rilevazione sulla popolazione residente comunale per sesso, anno di nascita e stato civile" e la "Rilevazione continua sulle forze di lavoro", entrambe dell'Istat.

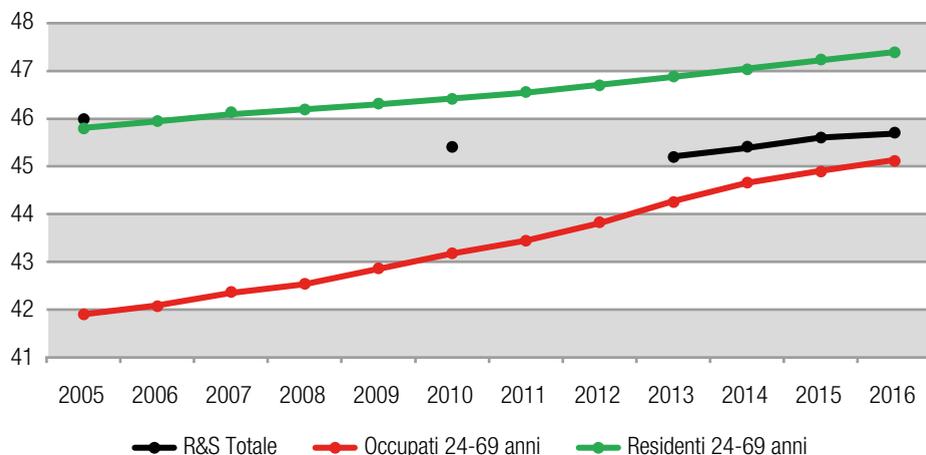
con i valori mostrati dal complesso degli occupati in Italia, pari a 4 anni nel 2005, si è andato via via assottigliando e, dopo essersi quasi annullato nel 2014, è tornato ad essere di un solo anno nel 2016. Si tratta comunque di un comparto che include enti e strutture pubbliche dalle caratteristiche assai differenti l'una dall'altra e che sarebbe interessante indagare attraverso dati più dettagliati. Nel settore Università l'età media del personale che si dedica alla ricerca è nettamente più elevata (48,5 anni nel 2016), anche a causa della differente modalità di raccolta dei dati da parte del MIUR rispetto agli altri settori istituzionali<sup>4</sup>. Tra il 2005 e il 2012 si nota un ringiovanimento di un anno e mezzo nell'età media, che potrebbe essere dovuto all'ondata dei pensionamenti del numeroso personale con contratto temporaneo che fu stabilizzato a partire dal 1980 (circa 15.000 unità) a seguito del provvedimento DPR 382/1980 sul riordinamento dell'università, ricordato come "*ope legis*" (Rossi, 2009). Tra il 2012 e il 2016, il ringiovanimento viene rapidamente riassorbito e l'età media dei ricercatori universitari è tornata ad avvicinarsi ai 49 anni. Dopo l'avvio della crisi economica si è, infatti, succeduta una serie di blocchi del *turn over* più o meno severi che hanno eroso la popolazione di ricerca delle università e, come vedremo, innalzato l'età media anche degli assegnisti di ricerca. I comparti pubblico/privato non sono ovviamente del tutto indipendenti, ed è anzi specifica priorità della politica scientifica e industriale generare integrazione tra i due settori (Crescenzi et al., 2017). Uno scollamento troppo consistente tra le età dei due gruppi, tuttavia, non sembra favorire questa collaborazione.

Assai differente è l'evoluzione della struttura per età delle Imprese, i cui valori si muovono in crescita in modo parallelo a quelli degli occupati per l'intero periodo, passando da un'età media di poco meno di 40 anni nel 2005 a oltre 43 anni nel 2016. Un trend che nel settore privato, rispetto a quanto accade nel pubblico, appare influenzato in modo più diretto dall'andamento del mercato occupazionale. E' forse proprio a questo aspetto che va ricondotto il rapido invecchiamento del personale delle Imprese, che in un'ottica decennale è invece del tutto assente nell'Università e nelle Istituzioni pubbliche, le cui dinamiche in uscita (pensionamenti) e, in parte, in entrata (assunzioni) sono soggette ai meccanismi di (scarsa) programmazione della ricerca.

---

4 Si veda quanto riportato nel Box 3.1 per alcune indicazioni sui limiti delle fonti statistiche utilizzate per il settore Università.

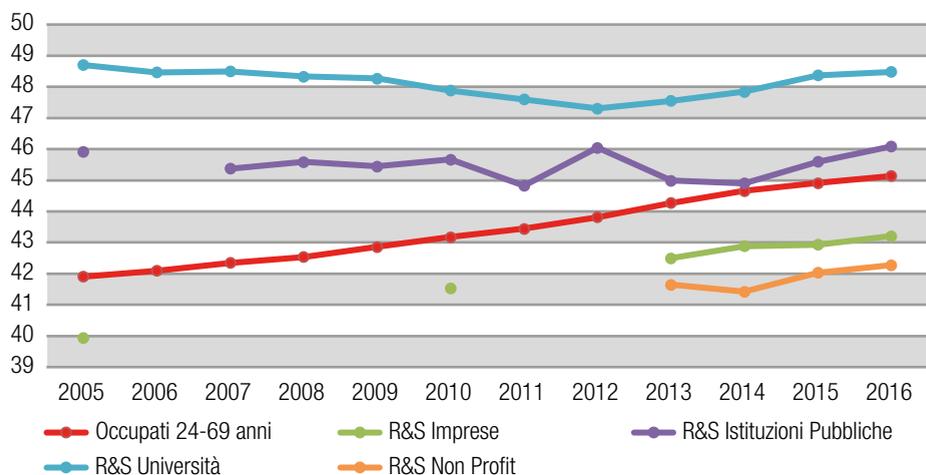
Figura 3.3 - Età media dei ricercatori, degli occupati e dei residenti in Italia. Anni 2005-2016



Nota: il calcolo dell'età media del personale R&S presenta una certa approssimazione, in quanto si basa su dati disaggregati per classi decennali.

Fonte: nostra elaborazione su dati EUROSTAT, ISTAT e MIUR.

Figura 3.4 - Età media dei ricercatori per settore di attività. Anni 2005-2016

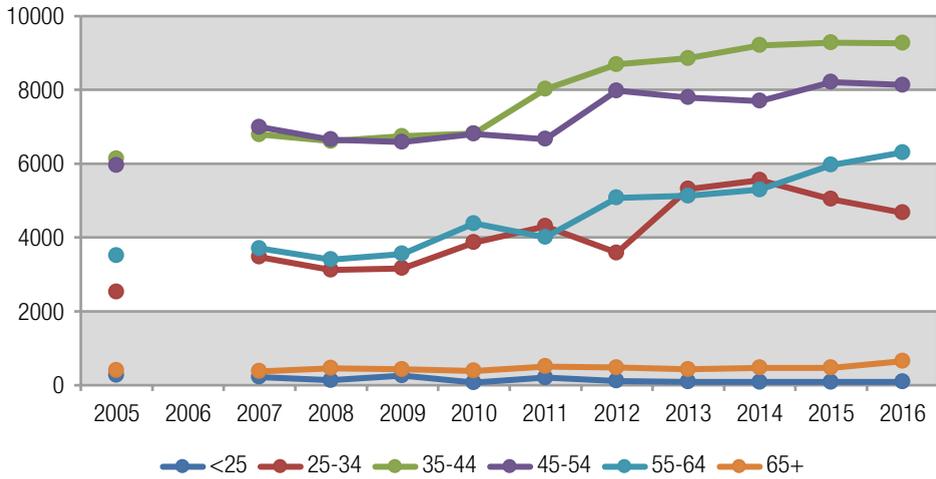


Nota: il calcolo dell'età media del personale R&S presenta una certa approssimazione, in quanto si basa su dati disaggregati per classi decennali. Si veda il Box 3.1 per alcune indicazioni sui limiti delle fonti statistiche utilizzate per il settore Università.

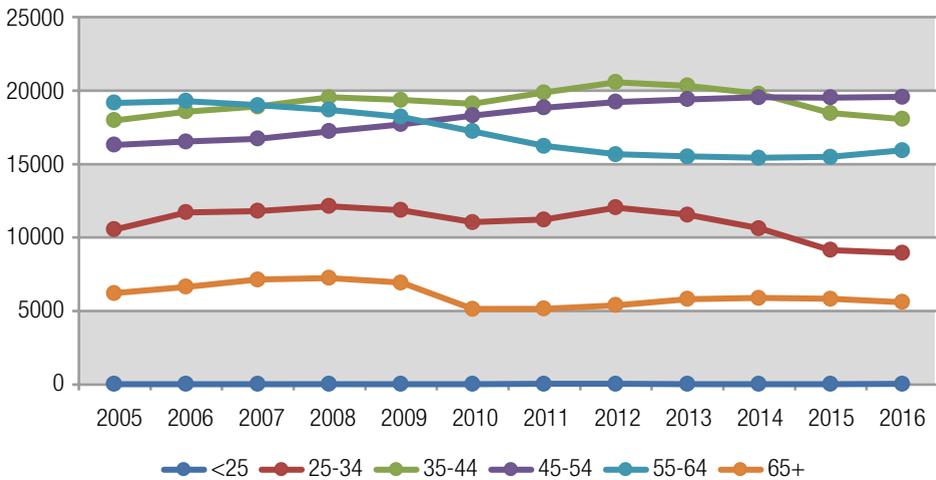
Fonte: nostra elaborazione su dati EUROSTAT, ISTAT e MIUR.

Figura 3.5 - Ammontare dei ricercatori per classe di età e settori di attività. Anni 2005-2016

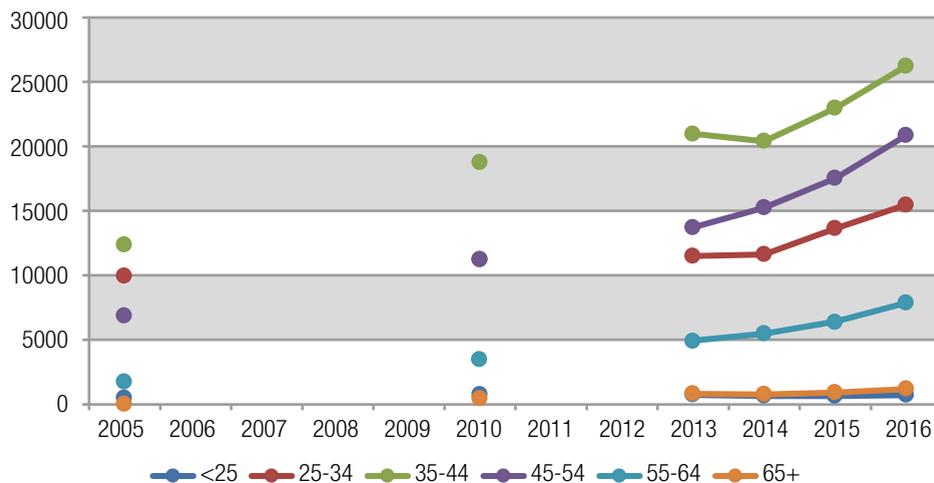
A) Istituzioni pubbliche



B) Università



## C) Imprese



Nota: si veda il Box 3.1 per alcune indicazioni sui limiti delle fonti statistiche utilizzate per il settore Università.

Fonte: nostra elaborazione su dati EUROSTAT, ISTAT e MIUR.

Uno sguardo all'evoluzione della struttura demografica dei ricercatori per classe di età nei tre principali settori R&S tra 2005 e 2016 permette di comprendere meglio alcune delle dinamiche retrostanti i cambiamenti finora analizzati con un indicatore sintetico come l'età media (Figura 3.5).

In tutto il periodo considerato, la classe di età 35-44 risulta essere sempre largamente quella modale nell'ambito delle Imprese, cosa che nelle Istituzioni pubbliche avviene solo a partire dal 2011. In entrambi questi settori la classe 45-54 è la seconda in ordine di rilevanza, mentre gli over 65 hanno una presenza del tutto marginale rispetto all'Università, dove l'età al pensionamento è più alta. È proprio il settore Università a mostrare i maggiori mutamenti nella struttura demografica dei ricercatori negli anni duemila. L'iniziale ringiovanimento già evidenziato in precedenza in termini di età media va ricondotto soprattutto alle uscite, e in particolare al rapido decremento dei ricercatori tra i 55 e i 64 anni nel periodo 2006-2014 (circa - 4.000 unità, per un calo del 20%) e degli over 65 nel periodo 2008-2010 (-2.000, pari al -29%). Al calo dell'età media avvenuto tra i ricercatori universitari fino al 2012 non sembra contribuire in modo rilevante un aumento nella consistenza delle classi di età più giovanili. Si tratta, quindi, di un processo prodotto essenzialmente dalla dinamica "inerziale" dei pensionamenti piut-

tosto che da nuovi ingressi di personale inserito in modo stabile o temporaneo. Dopo il 2012, con il blocco del *turn over* i flussi in entrata di ricercatori nell'Università appaiono ancora meno rilevanti, come dimostra il calo del 26% fatto registrare dalla classe 25-34 (- 3.000 unità) e del 12% della classe 35-44 (- 2.500 unità).

Rispetto al settore pubblico l'età degli addetti alla ricerca impiegati nelle Imprese potrebbe essere complessivamente più bassa anche perché in età più matura una fetta rilevante di tale personale viene trasferito a compiti di maggior rilievo e responsabilità nell'ambito dell'azienda oppure a prepensionamenti. Nel settore pubblico, al contrario, sia spostamenti verso altri incarichi di responsabilità che prepensionamenti sono meno frequenti, e la maggior parte dei ricercatori termina la propria carriera nella medesima funzione.

### **3.5 - Due approfondimenti: il quadro normativo e gli assegnisti di ricerca**

Fotografare la situazione attuale ci aiuta a capire quale situazione ci troviamo a fronteggiare, ma non fornisce indicazioni circa l'origine del problema. Questa è da cercare anche nella situazione di incertezza dovuta alla mancanza di programmazione sul reclutamento dei ricercatori nel settore pubblico, tema affrontato nella prossima sezione. Il paragrafo 3.5.2 riguarda, invece, una particolare categoria di ricercatori del settore pubblico, gli assegnisti di ricerca, che emergono come una vera cartina di tornasole delle scelte, o non scelte, compiute in termini di politica della scienza.

#### ***3.5.1 - In che misura il quadro normativo di riferimento ha inciso sulla struttura demografica dei ricercatori italiani?***

A partire dal 2008 in Italia sono stati adottati diversi provvedimenti che hanno inciso sulle politiche di reclutamento dei ricercatori nel settore pubblico (Università e Istituzioni pubbliche di ricerca). Coll'approssimarsi della crisi nel 2008 e negli anni successivi, i governi che si sono succeduti hanno

imposto il blocco del *turn over* all'interno del settore pubblico. La quota di nuove assunzioni è stata più volte rivista nel corso del tempo, passando al 20% del personale in uscita per il triennio 2009-2011 per poi salire al 50% nel 2012 (l. 133/2008), al 20% per il periodo 2010-2013 (l. 122/2010), per arrivare al calcolo previsto dal d.lgs. 49/2012 che comportava tassi di sostituzione compresi tra il 10 e il 20% per il periodo 2012-2014. Il limite è stato successivamente allentato nel 2012, con un tasso di *turn over* pari al 20% tra il 2012 e il 2014, ed è salito al 50% nel 2015 e al 100% nel 2016 (d.lgs. 95/2012) salvo essere di nuovo modificato con l'aumento del tasso di *turn over* al 50% anche per il 2014 (legge 98/2013).

Parallelamente, la legge 1/2009 e la successiva legge 240/2010 hanno fissato all'80% il limite delle risorse derivanti dai finanziamenti ordinari destinabili all'assunzione di personale, sia ricercatori che altri profili. Inoltre, la legge 240/2010 ha istituito nuove procedure per il reclutamento dei docenti universitari, rendendo la figura del ricercatore universitario un ruolo a tempo determinato.

Per quanto riguarda i flussi di uscita, l'età pensionabile per i ricercatori ha seguito l'andamento delle modifiche previste dalle politiche previdenziali, subendo un aumento nel 2005 (d.lgs. 252/2005), per poi tornare a crescere nel 2007 (legge 247/2007) e ancora nel 2011 (legge 214/2011), arrivando ad una età differenziata per mansione: 70 anni per i professori ordinari, 66 anni per i ricercatori (anche delle Istituzioni pubbliche) e i professori associati, 65 anni per i dipendenti del settore privato. Emerge una tendenza a congelare il settore della ricerca in corrispondenza di situazioni di difficoltà per le finanze pubbliche, bloccando l'ingresso di nuovi ricercatori e allungando i tempi di permanenza dei ricercatori più maturi. Il susseguirsi di leggi con la variazione, a volta repentina, del tasso di *turn over*, mostra la mancanza di una programmazione a medio-lungo raggio per il reclutamento di ricercatori volto ad avere un ricambio costante e continuo di energie nel sistema nazionale della ricerca.

È quindi evidente che la struttura demografica dei ricercatori del comparto pubblico (Università e Enti Pubblici di Ricerca) è di fatto segnata dalle politiche governative, politiche che nel periodo in esame sono contraddistinte da incertezze e clamorosi cambi di rotta. Nel lungo periodo, queste politiche pubbliche hanno anche degli effetti sulle scelte effettuate dalle imprese: come noto, la decisione strategica delle imprese di investire in R&S

in un paese, dipende anche e soprattutto dalla possibilità di poter attingere alle conoscenze sviluppate nelle università e nei centri di ricerca pubblici (si veda Archibugi e Iammarino, 1999 e, da ultimo, Cerulli et al., 2018). In assenza di un numero adeguato di ricercatori e di infrastrutture, le imprese indirizzano le risorse necessarie altrove. Le continue modifiche della strategia di reclutamento della ricerca nel settore pubblico non hanno certo indotto le imprese ad investire di più in R&S nel nostro paese.

### 3.5.2 - *L'incidenza degli assegnisti di ricerca*

Gli assegni di ricerca sono uno strumento dedicato allo svolgimento di attività di ricerca legate a specifici progetti. Sono previsti dalla legge 449/1997, ma la loro disciplina è stata più volte rimaneggiata nel corso del tempo, da ultimo dalla c.d. riforma Gelmini. Attualmente la durata massima del singolo assegno è di 3 anni per un cumulo complessivo non superiore ai 6. A dispetto delle intenzioni legislative, cioè creare uno strumento flessibile per includere personale qualificato all'interno di progetti di ricerca senza vincoli per entrambe le parti, l'assegno di ricerca è diventato nei fatti il primo passo della carriera di ricerca, tanto nelle università quanto negli Enti Pubblici di Ricerca (EPR).

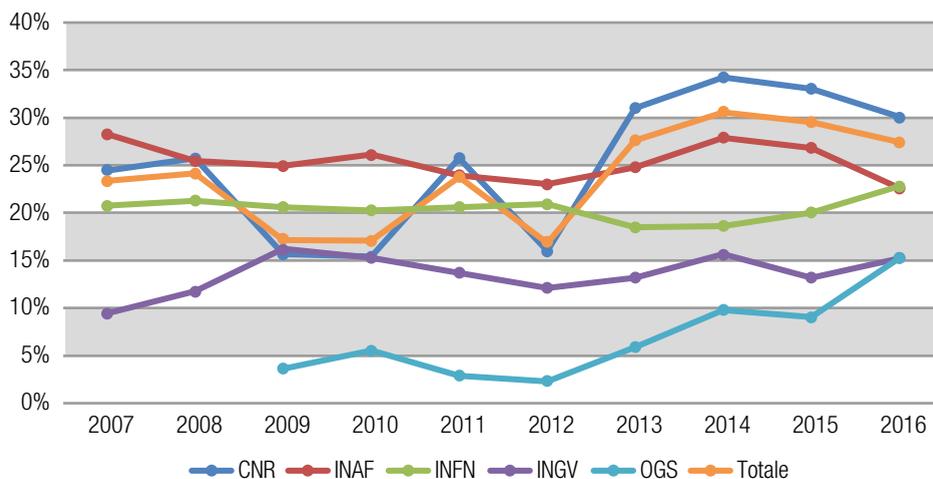
Tuttavia, proprio le sue caratteristiche (flessibilità e legame con specifici progetti di ricerca) rendono l'assegno un elemento da tenere in considerazione nell'evoluzione della struttura delle risorse umane impiegate nella ricerca. La sostanziale frenata nel reclutamento ordinario di università ed EPR ha spinto le istituzioni di ricerca a cercare finanziamenti tramite progetti, e ciò ha, creato le condizioni per cui gli assegni di ricerca sono diventati la modalità prevalente di ingresso di nuovi ricercatori. Riportiamo qui alcuni dati relativi agli EPR e alle università.

*Gli assegnisti presso gli Enti Pubblici di Ricerca.* Nella Figura 3.6 sono riportate le percentuali di assegnisti sul totale dei ricercatori per i cinque principali EPR vigilati dal MIUR: Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS). Questi istituti complessivamente raggruppano circa un terzo del totale dei ricercatori delle Istituzioni pubbliche (10.550 su 29.128 nel 2016). Come accennato nel Box 3.1,

le informazioni desunte dalle relazioni della Corte dei Conti ci consentono di avere contezza della consistenza degli assegnisti sul totale dei ricercatori ma non ci forniscono informazioni circa la loro struttura demografica. Dai dati emerge che la quota di assegnisti di ricerca in questi istituti è molto rilevante, il dato complessivo è pari al 27,4% del totale dei ricercatori nel 2016, in diminuzione rispetto al valore massimo di 30,5% del 2014 ma sensibilmente in crescita rispetto al 23% del 2007.

Tra gli istituti, l'andamento è difforme: l'OGS presenta percentuali più basse di assegnisti di ricerca sul totale dei ricercatori, sebbene il dato è in crescita dal 9,4% del 2009 al 15,2% del 2016. INGV, INAF e INFN presentano quote di assegnisti più costanti, con variazioni limitate intorno a percentuali pari rispettivamente al 16%, 20% e 25%. Infine, il CNR presenta le percentuali più rilevanti di assegnisti sul totale dei ricercatori, con valori superiori al 30% a partire dal 2013.

Figura 3.6 - Quota di assegnisti di ricerca sul totale dei ricercatori dei principali Enti di Ricerca vigilati dal MIUR



Fonte: Relazione della Corte dei Conti sull'attività degli Enti Pubblici di Ricerca, vari anni.

La quota di assegnisti è fortemente correlata alla dimensione dell'istituto. La Tabella 3.1 riporta il numero di assegnisti per ogni anno per ogni EPR. Il numero di assegnisti del CNR è di gran lunga il più alto, superiore alla somma degli altri. Il CNR rappresenta circa un quarto del complesso delle

Istituzioni pubbliche, inevitabilmente la sua quota di assegnisti ha una forte influenza sull'andamento del dato totale.

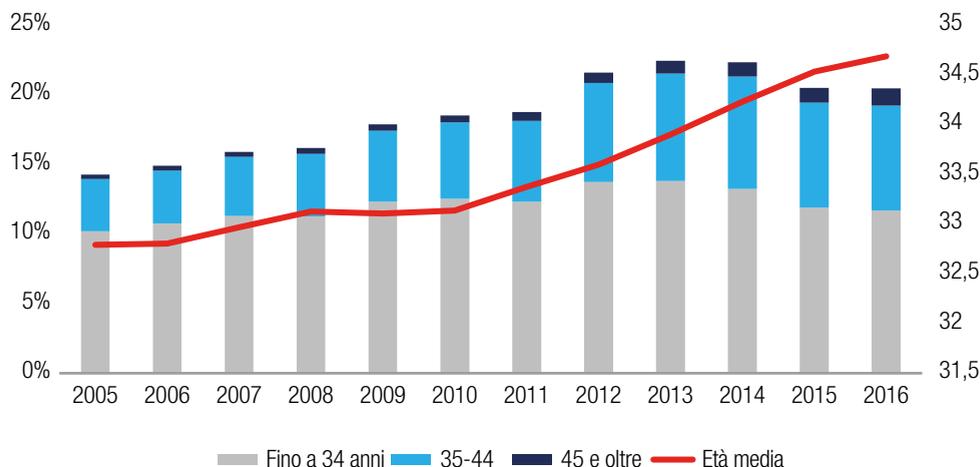
Tabella 3.1 - Numero di assegnisti di ricerca nei principali Enti Pubblici di Ricerca vigilati dal MIUR

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>CNR</b>	1314	1500	868	786	1702	974	2322	2722	2571	2276
<b>INAF</b>	233	230	219	228	209	199	219	256	238	208
<b>INFN</b>	209	251	243	233	246	250	213	216	245	288
<b>INGV</b>	49	65	93	87	77	69	77	94	76	91
<b>OGS</b>	-	-	6	10	5	4	11	19	17	32
<b>Totale</b>	2165	2046	1429	1341	2236	1496	2842	3307	3147	2895

Fonte: Relazione della Corte dei Conti sull'attività degli Enti Pubblici di Ricerca, vari anni.

*Gli assegnisti presso le università.* La Figura 3.7 riporta l'evoluzione della quota di assegnisti sul totale dei ricercatori nel settore Università. Il dato sull'università, inoltre, ci fornisce anche il dettaglio della distribuzione degli assegnisti per classi di età, raggruppati in tre classi: fino a 34 anni, da 35 a 44, 45 anni e oltre. La quota totale di assegnisti inizia a crescere dal 2009, per avere il suo massimo nel 2013 con il 22,4% e poi riscendere al 20,5% nel 2016. La crescita non è ripartita omogeneamente tra le classi di età. La classe under 35 ha avuto un andamento altalenante, passando dal 10,2% del 2005 al 13,8% del 2013 per poi scendere al 11,7% nel 2016, mentre le altre due classi hanno avuto una crescita costante. In particolare, la classe 35-44 ha più che raddoppiato la sua quota passando dal 4% del 2005 al 8,8% nel 2016. Anche la classe over 45, sebbene marginale rispetto al resto, ha aumentato il suo peso, arrivando a rappresentare l'1,3% del totale dei ricercatori. Il cambiamento progressivo della composizione degli assegnisti di ricerca è reso evidente anche dall'aumento della loro età media (misurato sulla colonna destra del grafico) che a partire dal 2010 registra una decisa crescita passando da 33,1 a 34,6 anni.

Figura 3.7 - Quota di assegnisti di ricerca sul totale dei ricercatori delle università e loro età media



Fonte: nostra elaborazione su dati MIUR.

*Che cosa ci dicono i dati sugli assegnisti?* I dati mostrati evidenziano una crescente quota di assegnisti nelle università e EPR. Inoltre, i dati sulle università mostrano che l'età media degli assegnisti sta crescendo nel corso degli anni. L'aumento degli assegnisti e della loro età media ha un aspetto virtuoso e uno vizioso. Da un lato, il sistema della ricerca continua a reclutare nuovi ricercatori anche in assenza di precise linee programmatiche, e ciò avviene anche per la capacità dei ricercatori più anziani di reperire finanziamenti da fonti esterne. Dall'altro lato, la mancanza di programmazione non consente di avere una chiara prospettiva circa la permanenza futura di questi soggetti nell'ambito delle università e degli EPR.

La mancanza di programmazione ha generato una trasformazione quasi ontologica della figura dell'assegnista, alterando uno status lavorativo transitorio in uno strumento di precariato cronico, aggravato dalla mancanza di un orizzonte definito. Anche volendo confidare in future stabilizzazioni di massa, queste non impediscono la generazione di un sentimento di sfiducia da parte delle nuove leve verso la capacità del sistema della ricerca di valorizzarli a dovere. Senza contare che le stabilizzazioni periodiche e intermittenti basate sugli anni di precariato non permettono una adeguata valutazione delle qualità dei nuovi ricercatori. Il fenomeno è stato molte volte denunciato dalle università, dalla stampa e addirittura da film di grande suc-

cesso quali *Tutta la vita davanti* (Virzì, 2008) e *Smetto quando voglio* (Sibilia, 2014), senza tuttavia che siano finora stati introdotti correttivi adeguati, rappresentati a nostro giudizio dall'introduzione di regole certe e durature per il reclutamento.

Gli interventi di stabilizzazione del personale di ricerca precario hanno spesso assunto la forma di "sanatorie". Ne è un esempio il recente Decreto Madia (d.lgs. 75/2017), che ha comportato l'immissione in ruolo di una considerevole parte degli assegnisti degli EPR, provvedimento che porterà ad un abbassamento dell'incidenza degli assegnisti sul totale dei ricercatori, oltre che un salutare abbassamento dell'età media dei ricercatori degli EPR. Poiché il processo è ancora in corso, non è ancora possibile effettuare una quantificazione (tema sul quale tuttavia ci riserviamo di ritornare in futuro). Si può, tuttavia, notare che, presso gli EPR, il Decreto Madia ha comportato una modifica in itinere della figura stessa dell'assegnista. Se il profilo dell'assegnista è stato in origine pensato come uno stadio per la formazione dei ricercatori e per soddisfare le esigenze dei progetti finanziati con fondi esterni, si è poi trasformato in un precariato di lungo corso, anche per la mancata programmazione nelle assunzioni, per finire infine ad essere una forma di reclutamento al di fuori dei canali ordinari. Per l'Università, invece, non si sono registrati provvedimenti analoghi né sono in programma allo stato attuale, creando una singolare divaricazione rispetto a quanto è accaduto negli EPR.

### **3.6 - Il volume e la struttura per età dei ricercatori per settore di attività: una stima al 2025**

Nei precedenti paragrafi si è analizzato un particolare aspetto della recente evoluzione del mondo della ricerca italiano, prendendo in esame le variazioni intercorse negli anni duemila nell'ammontare dei ricercatori e nella loro struttura per età per ciascun settore di attività. Nell'insieme, durante il periodo 2005-2016 risulta evidente un graduale ma deciso aumento del personale di ricerca e un sostanziale congelamento del processo di invecchiamento. Invecchiamento che tuttavia già aveva interessato il personale di ricerca italiano nei decenni precedenti, connotandolo come uno dei più "maturi" nel panorama dei paesi a sviluppo avanzato. Come è stato messo

in luce, il quadro odierno presenta comunque delle differenziazioni anche marcate tra ambito pubblico e privato. Sarà obiettivo di questa sezione sviluppare una stima delle tendenze che si potrebbero osservare nel corso del prossimo decennio nei diversi settori di ricerca.

### 3.6.1 - Metodologia di stima

L'ammontare dei ricercatori si modifica nel corso del tempo a seguito di diverse dinamiche: in *entrata*, per assunzione (temporanea o a tempo indeterminato); in *uscita*, per pensionamento, per mobilità verso altre occupazioni o verso una situazione di inattività o di disoccupazione e per mortalità. Non disponendo di dati sui flussi di ricercatori italiani in entrata e in uscita per classe di età, sulla base dei quali costruire le ipotesi per il futuro e i relativi scenari, non è stato possibile applicare il tradizionale modello di stima *cohort-component* che si è soliti utilizzare in campo demografico. Si è perciò sviluppato un metodo di stima alternativo di tipo misto, attraverso il quale si è dapprima quantificato il volume futuro dei ricercatori per settore e poi li si è distribuiti per classe di età, tenendo conto del graduale invecchiamento delle generazioni di ricercatori già presenti.

La stima del volume futuro dei ricercatori si è ricavata facendo ricorso a uno scenario “neutro”, ovvero a priori né espansivo, né recessivo, ma di continuità rispetto all'andamento dello stock degli addetti alla ricerca osservato nel decennio che ha preceduto il periodo di proiezione. L'ammontare dei ricercatori che lavoreranno nel periodo 2017-2025 nei settori Istituzioni pubbliche, Università, Imprese e Istituzioni private non profit è stato perciò stimato attraverso un'interpolazione lineare con il metodo dei minimi quadrati, a partire dai dati osservati nel periodo 2007-2016.

Una volta ricavato il volume futuro dei ricercatori per i tre principali settori di attività<sup>5</sup>, si è passati alla quantificazione delle classi di età decennale per gli anni 2020 e 2025. In primo luogo, per ciascun settore di attività la struttura per età osservata nel 2005 è stata invecchiata di un decennio. Traslando di dieci anni la distribuzione dei ricercatori per classe di età decennale dell'anno 2005 si è ottenuta la distribuzione “attesa” nel 2015 in

---

5 Si è scelto di non presentare la stima del volume futuro dei ricercatori del settore non profit in virtù del loro ammontare esiguo.

assenza di entrate e di uscite. Tale distribuzione “attesa” per classe di età è stata confrontata con quella effettivamente osservata nel 2015 e si è calcolata la differenza tra ammontare atteso e osservato per ciascuna classe di età. Nelle classi di età più anziane, soprattutto a causa dei pensionamenti, tale differenza era di segno positivo e si è perciò potuto definire un “tasso di uscita”. Nelle classi di età più giovani lo scarto tra ricercatori attesi e osservati nel 2015 era negativo, per gli ingressi avvenuti nel corso del decennio, e si è potuta ricavare una “distribuzione dei nuovi ingressi” per classe di età.

Per ricavare la struttura per età dei ricercatori al 2020, dopo avere traslato di dieci anni la struttura per età del 2010, si sono applicati su di essa il tasso di uscita e la distribuzione dei nuovi ingressi precedentemente ottenute per il periodo 2005-2015. L'ammontare dei nuovi ricercatori da redistribuire per classe di età in ciascun settore è stato quello necessario a raggiungere il volume totale di ricercatori nel 2020 stimato in precedenza. Allo stesso modo, prendendo le mosse dalla struttura per età del 2015, si è proceduto per le stime relative al 2025.

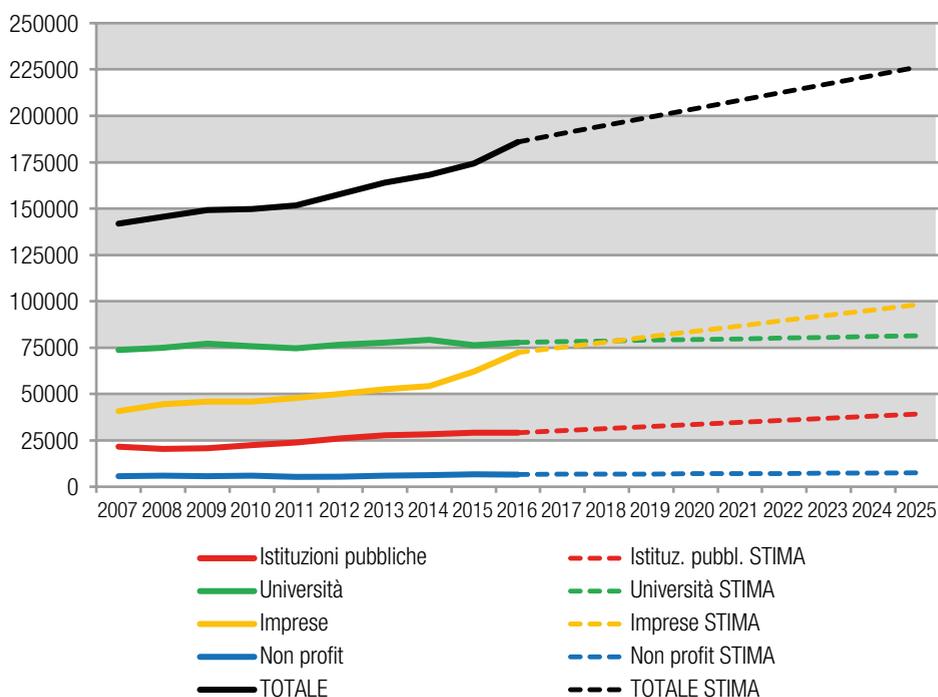
### 3.6.2 - Risultati delle stime

In base allo scenario "neutro" che è stato qui sviluppato, l'ammontare complessivo dei ricercatori italiani nel corso dei prossimi anni è destinato a proseguire la sua crescita, raggiungendo le 226.000 unità nel 2025, con un incremento del 22% rispetto al 2016 (Figura 3.8). L'incremento dovrebbe essere particolarmente accentuato nel settore delle Imprese, che nel 2025 potrebbero toccare le 98.000 unità (+36%). Va specificato che questa stima fortemente espansiva si basa sui dati osservati negli ultimi anni, che hanno evidenziato una notevole crescita dei ricercatori nelle Imprese riconducibile solo in parte ad un effettivo rafforzamento della R&S nel settore privato. Molto ha probabilmente pesato anche il grande impegno compiuto in anni recenti dall'ISTAT nel rafforzare la mappatura delle imprese ampliando la “popolazione di riferimento” e aumentando il tasso di partecipazione alla rilevazione, grazie ad un incremento del tasso di risposta e all'imputazione delle mancate risposte totali<sup>6</sup>. Oltre all'implementazione di una metodo-

6 Per un'ampia descrizione metodologica della Rilevazione sulle attività di R&S delle imprese, si veda ISTAT (2018). E' altresì noto che le rilevazioni della R&S, in Italia come in altri paesi, tendono a sottostimare il fenomeno, specie tra le imprese più piccole e nei servizi. Per la R&S nelle piccole imprese, cfr. Ortega-Argilés, (2009); per la R&S nei servizi, cfr. Caianelli et al., (2006).

logia di rilevazione più efficace del fenomeno, si può ritenere che anche gli incentivi e le agevolazioni statali alla R&S nell'ambito delle imprese abbiano influito sulla crescita delle attività di ricerca dichiarate. Anche i settori Istituzioni pubbliche (39.000 ricercatori nel 2025 e +35% nel periodo 2016-2025) e Istituzioni private non profit (7.500 unità e +14%) dovrebbero ampliare i propri addetti alla ricerca. Al termine del periodo di stima si prevede una crescita più contenuta dei ricercatori universitari (+5%), dovuta all'aumento del personale da 78.000 nel 2016 a 81.000 mila nel 2025.

Figura 3.8 - Ricercatori per settore di attività. Valori osservati (2007-2016) e valori stimati (2017-2025)



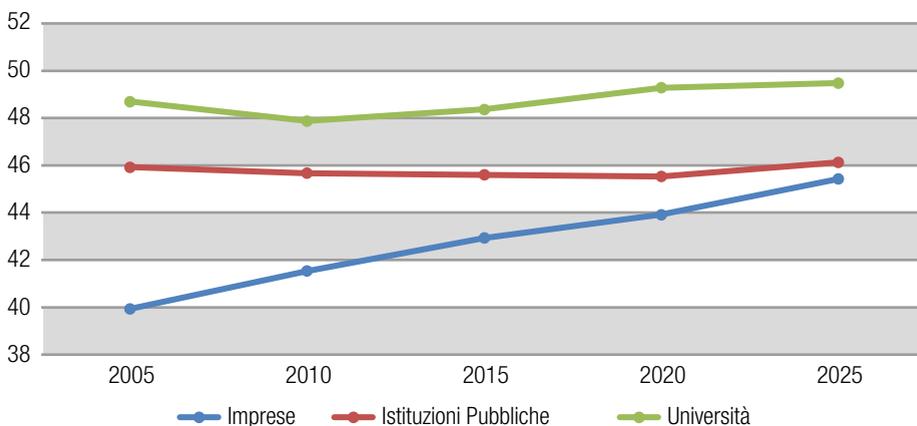
Fonte: nostra elaborazione su dati EUROSTAT, ISTAT e MIUR.

Questa limitata crescita dovrebbe accompagnarsi ad un incremento dell'età media dei ricercatori universitari dai 48,4 anni del 2015 ai 49,5 del 2025 (Figura 3.9). Più sostenuto dovrebbe essere l'invecchiamento degli addetti alla ricerca nelle Imprese nel corso del prossimo decennio, con un'età media che dovrebbe passare dai 42,9 anni del 2015 ai 45,4 del 2025. Per quanto riguarda

i ricercatori delle Istituzioni pubbliche si prevede che l'età media sia destinata a persistere intorno ai 46 anni di età anche nel prossimo futuro.

Osservando le variazioni previste nella distribuzione dei ricercatori per classe di età negli anni 2020 e 2025 (Figura 3.10), con riferimento alle Istituzioni pubbliche si notano pochi cambiamenti rispetto al 2015, con la classe di età 35-44 destinata ad ampliarsi e a rimanere modale. Variazioni più consistenti si possono attendere nella distribuzione per età del settore Università, dove nel 2025 la classe 55-64 sarà assai più nutrita (+34% rispetto al 2015) e dovrebbe quasi raggiungere per consistenza la classe di età 45-54. Stando sempre allo scenario che ipotizza il proseguimento delle tendenze osservate negli ultimi dieci anni, nel periodo 2015-2025 tra i ricercatori universitari si stima inoltre una flessione delle classi di età più giovani come la 25-34 (-10%) e la 35-44 (-7%). L'aumento dell'età media dei ricercatori nelle Imprese è infine giustificato dal maggiore aumento dei ricercatori over 45 anni, rispetto agli under 45. La spiccata flessibilità nella gestione degli ingressi e delle uscite del personale che caratterizza il settore privato rispetto al pubblico fa pensare che le imprese potranno essere eventualmente più reattive nell'affrontare lo scenario di invecchiamento che sembra avvicinarsi per loro nei prossimi anni.

Figura 3.9 - Età media dei ricercatori per settore di attività. Anni 2005-2025

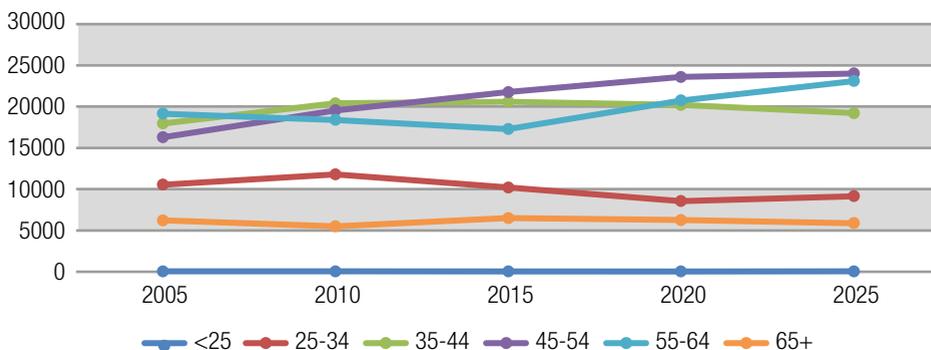


Nota: si veda il Box 3.1 per alcune indicazioni sui limiti delle fonti statistiche utilizzate per il settore Università.

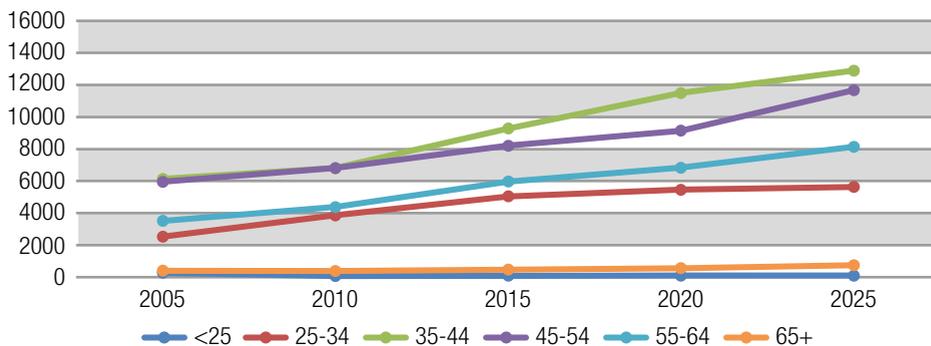
Fonte: nostra elaborazione su dati EUROSTAT e ISTAT.

Figura 3.10 - Ammontare dei ricercatori per classe di età e settore di attività. Anni 2005-2025

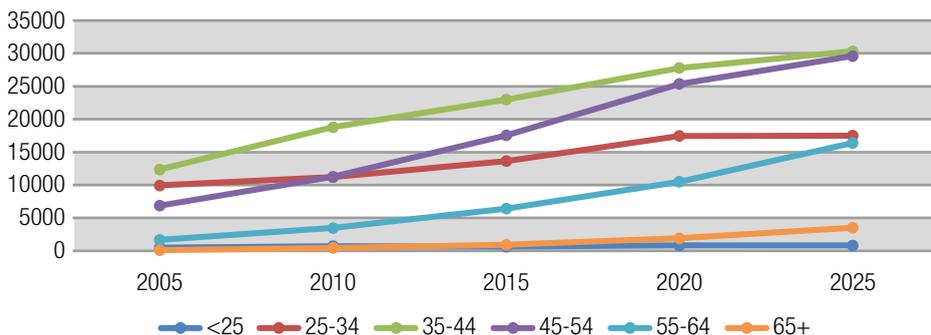
A) Università



B) Istituzioni pubbliche



C) Imprese



Nota: si veda il Box 3.1 per alcune indicazioni sui limiti delle fonti statistiche utilizzate per il settore Università.

Fonte: nostra elaborazione su dati EUROSTAT, ISTAT e MIUR.

### **Box 3.2 - I ricercatori per genere e settore di attività: una stima al 2025**

Come noto, la scarsa presenza femminile negli organi decisionali delle organizzazioni di ricerca pubblica e privata, nonché la sussistente segregazione disciplinare, non permettono ancora di vedere realizzato l'obiettivo di un equilibrio di genere nella R&S (Avveduto e Pisacane, 2018; European Commission, 2019). Le stime qui presentate consentono di esaminare solamente l'andamento delle dinamiche di genere in termini di ammontare dei ricercatori suddivisi per genere in Italia nei prossimi anni, ovvero a livello quantitativo. Non è invece oggetto di questa sezione, né peraltro del resto del capitolo, una disamina di altri aspetti che sarebbero rilevanti in un'analisi specificatamente di genere, come lo squilibrio nella presenza in alcune discipline e nelle posizioni di carriera apicali.

La stima del volume futuro dei ricercatori per settore e genere si è basata sulla stessa metodologia descritta in precedenza (paragrafo 3.6.1) con riferimento al complesso dei ricercatori, ovvero elaborando uno scenario "neutro", di continuità rispetto all'andamento osservato nel periodo 2007-2016. Un decennio che anche a livello europeo ha visto un graduale aumento della presenza femminile nel mondo della ricerca, sia in termini assoluti che relativi (European Commission 2019), che ha prodotto nel nostro paese una crescita nella quota delle ricercatrici in tutti i comparti di attività.

Nel corso dei prossimi dieci anni si prevede un'ulteriore riduzione del divario tra uomini e donne nell'ammontare del personale di ricerca. Nel complesso, tra il 2016 e il 2025 le ricercatrici dovrebbero raggiungere le 84.000 unità, passando dal 35,2% al 37,1% del totale, grazie ad un aumento del 28% in termini assoluti, superiore all'incremento del 18% che dovrebbero far registrare gli uomini (Figura 3.11). Sebbene l'incidenza delle donne sembri destinata a crescere in tutti i settori di attività, non si può fare a meno di evidenziare una forte differenza nella presenza femminile tra settore pubblico e privato for profit.

Per quanto riguarda le Istituzioni pubbliche, nel 2025 il numero delle ricercatrici dovrebbe eguagliare quello dei ricercatori, assorbendo uno scarto tra i sessi che già oggi si presenta esiguo (circa 48% di donne nel 2016). Nel settore Università il gap è attualmente più ampio (41% di donne nel 2016), ma nei prossimi anni si dovrebbe ridurre rapidamente, con un aumento delle ricercatrici del 16% e un leggero calo dei ricercatori (-4%), che nel 2025 dovrebbe portare la percentuale delle donne al 46%.

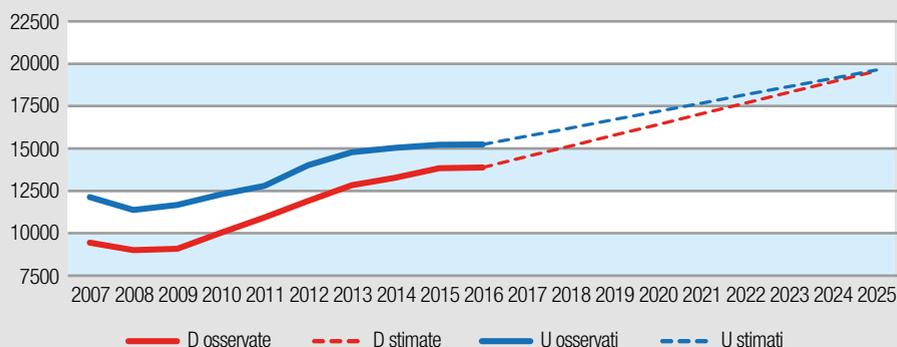
Coerentemente con la situazione che si riscontra a livello europeo (European Commission 2019), nel settore Imprese italiano la presenza femminile è assai più ridotta (22% nel 2016) e dovrebbe toccare il 24% nel 2025, grazie ad un maggiore incremento delle ricercatrici (+43%) rispetto ai ricercatori (+29%).

Il settore del Privato non profit è l'unico a mostrare una maggior presenza di ricercatrici sui colleghi uomini (53% nel 2016), un vantaggio che appare destinato ad ampliarsi nel 2025 (56% di donne).

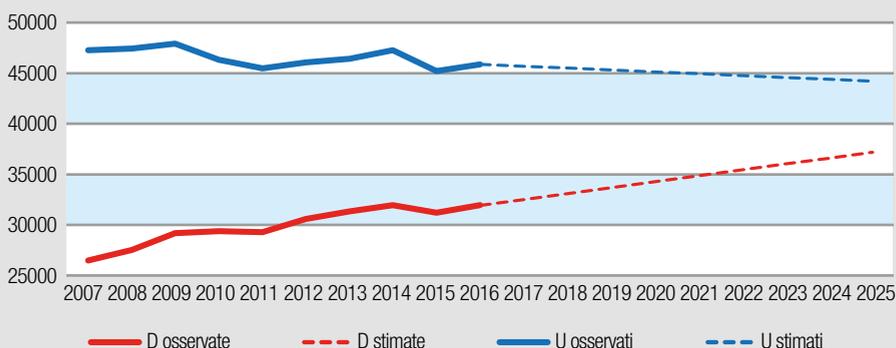
Le proiezioni inerziali, tuttavia, non prendono in considerazione i mutamenti che potrebbero subentrare a seguito di politiche specifiche messe in atto sia a livello di governo che di singole istituzioni. Ad esempio, i Piani di uguaglianza di genere, già introdotti in diverse università ed enti di ricerca, potrebbero portare ad un'accelerazione delle dinamiche già in atto evidenziate anche dalle nostre stime.

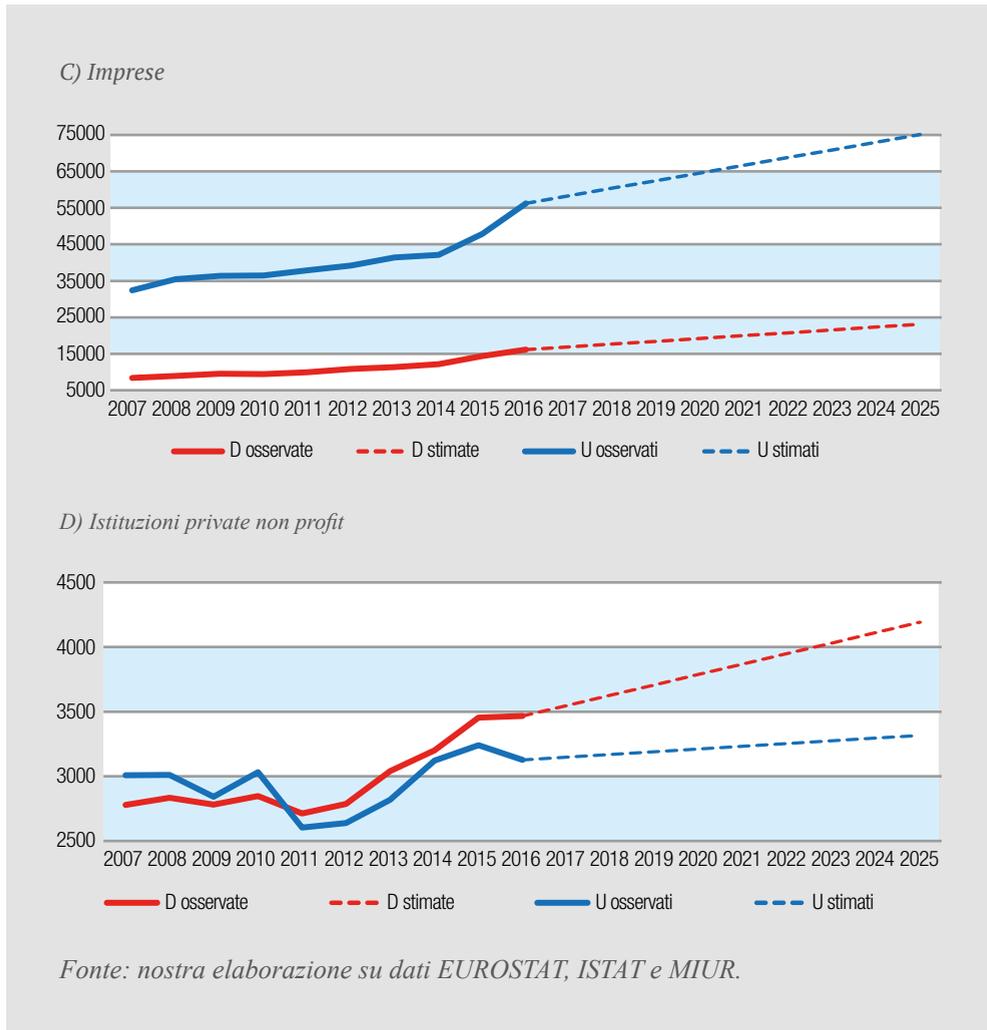
**Figura 3.11 - Ricercatori per settore di attività e genere. Valori osservati (2007-2016) e valori stimati (2017-2025)**

*A) Istituzioni pubbliche*



*B) Università*





### 3.7 - Che implicazioni ha l'invecchiamento dei ricercatori, e che cosa si può fare per contrastarlo?

Questo capitolo ha affrontato il tema dell'invecchiamento dei ricercatori in Italia. Da subito abbiamo sottolineato come "giovane" non sia necessariamente sinonimo di "migliore", almeno nel mondo della ricerca, ma che un

progressivo invecchiamento dei ricercatori pone un problema di rallentamento del ricambio generazionale necessario per dare continuità e stabilità ai sistemi della conoscenza.

Sappiamo bene che l'Italia ha un numero di ricercatori, in proporzione, assai inferiore ai propri principali partner scientifici, tecnologici e commerciali. Qui abbiamo potuto quantificare un altro e connesso problema: l'età media dei ricercatori in Italia è più elevata rispetto agli altri paesi. La conseguenza è che il ricambio intergenerazionale dei ricercatori ne è ostacolato e che l'auspicata immissione di nuove leve nel sistema della ricerca dovrà anche affrontare il problema cruciale di chi sarà capace di formarli adeguatamente. La situazione comporta numerosi rischi quali:

- i. L'interruzione del flusso di conoscenze generate ed accumulate in passato;
- ii. L'espulsione dei giovani ricercatori più capaci dal sistema nazionale di ricerca, con possibili collocazioni all'estero oppure in altre professioni;
- iii. Il rischio per il sistema della ricerca di non avere personale con la sufficiente elasticità mentale per padroneggiare aree disciplinari, metodi e strumentazioni che si sono affermate negli ultimi anni, lasciando scoperte alcune conoscenze cruciali.

Sulla base dei dati disponibili, anche se frammentari, abbiamo poi potuto mostrare che nel 2005 l'età media dei ricercatori italiani era significativamente più elevata di quella degli occupati, ma nel decennio successivo la differenza si è sensibilmente ridotta. In particolare, nel 2005 l'età media degli occupati era di 42 anni, a fronte di una età media del personale di ricerca di 46 anni, con rilevanti differenze tra ricercatori universitari (49 anni), degli enti pubblici (46 anni) e delle imprese (40 anni). Nel 2016, l'età media degli occupati è salita a 45 anni, per effetto della crisi economica e della riforma dell'età di pensionamento, mentre quella dei ricercatori è rimasta pressoché invariata (45,7 anni), con un invecchiamento limitato ai soli ricercatori delle Imprese (43 anni in media nel 2016). Un dato che evidenzia una differenza probabilmente sistemica tra settore pubblico e privato nella modalità con cui viene gestito il processo di ricambio del personale di ricerca.

Ipotizzando una continuità degli andamenti osservati nell'ultimo decennio, abbiamo infine effettuato alcune proiezioni della struttura per età al 2025, in base alle quali le sole forze inerziali dovrebbero portare l'età media dei ricercatori a continuare a crescere leggermente. C'è una differenza da prendere in considerazione tra i vari settori: mentre i ricercatori del settore delle Imprese sono reclutati sulla base di decisioni autonome prese dal settore privato, il reclutamento nelle università e nel settore pubblico dipende strettamente dalla volontà del governo di finanziare adeguatamente questo processo. Non sorprende dunque che l'età media dei ricercatori delle imprese e del non-profit siano di 5 o addirittura 6 anni inferiore a quella dell'Università.

Per quanto riguarda il settore pubblico, sono continuate politiche che hanno creato un clima di incertezza, sia rispetto ai flussi in entrata che per quanto riguarda i flussi in uscita. Tanto i reclutamenti che i pensionamenti sono stati interessati da cambiamenti che hanno impedito agli individui e, ancor di più alle istituzioni, di programmare le proprie attività di lungo periodo. I progetti di ricerca più audaci e di lungo periodo ne pagano le conseguenze.

Va puntualizzato che l'analisi demografica e le relative stime proposte hanno preso in considerazione solamente i quattro comparti istituzionali di R&S, ovvero grandi aggregati contenenti al loro interno realtà a volte estremamente differenziate per oggetto e finalità dello studio, disciplina scientifica, disponibilità di risorse, collocazione geografica e centralità della ricerca nel quadro delle attività svolte. I segnali qui raccolti sul processo di invecchiamento dei ricercatori vanno quindi considerati come l'indicazione complessiva di alcune tendenze in atto che andrebbero indagate in modo più specifico attraverso affondi tematici che permettano di approfondire il quadro descrittivo generale e di arricchirlo di elementi esplicativi, facendo emergere le tipologie ricorrenti e, almeno in parte, le specificità.

I nuovi ingressi nel mondo della ricerca scaturiscono spesso dagli assegni di ricerca. Il loro crescente peso sul totale del personale mostra come il sistema della ricerca abbia in qualche modo reagito ad una situazione di stallo per quanto riguarda le nuove assunzioni: università e Enti Pubblici di Ricerca si sono industriati per ricercare finanziamenti esterni che forniscano le risorse per inserire nuovo personale. Ma in assenza di una chiara strategia di reclutamento, questa situazione aumenta il precariato, spingendo i giovani verso altre professioni o verso altri paesi.

A conti fatti, il sistema della ricerca pubblico ha resistito ad un contesto normativo contraddittorio in cui l'unica certezza è la mancanza di programmazione nel reclutamento dei ricercatori. Interventi come il Decreto Madia, per quanto desiderabili e in qualche misura necessari a sanare una situazione incancrenita negli anni, sono operazioni *estemporanee* che non forniscono regole certe, lasciando i giovani del tutto incerti su quali siano i criteri futuri per accedere alla professione di ricercatore nel settore pubblico. E invece, proprio di regole certe hanno bisogno sia le future generazioni per poter indirizzare le proprie carriere, che le istituzioni, bisognose di inserire nel sistema nuove energie, anche per assicurare quel trasferimento di conoscenze necessario a dare continuità al sistema.

Preoccupa nel medio e lungo periodo la diminuzione della “materia prima”, ossia delle risorse umane adeguatamente formate, assolutamente necessaria non solo per reclutare ricercatori, ma per selezionarne di intellettualmente capaci: come descritto nella precedente edizione della presente *Relazione*, negli ultimi anni abbiamo assistito ad una preoccupante diminuzione dei finanziamenti per i dottorati di ricerca, che ha avuto come primo effetto una diminuzione del numero di posti a disposizione nei corsi (ADI, 2019).

Per il settore privato, mentre si segnala il reiterato scarso investimento in R&S industriale, l'invecchiamento prospettato sembra essere meno grave. Da un lato, abbiamo visto come l'andamento demografico dei ricercatori delle imprese abbia seguito l'andamento del resto del mercato del lavoro, profilandosi come un problema demografico generale e non dello specifico settore. Dall'altro lato, la ricerca privata ha una struttura meno stringente, con una minore presenza di vincoli formali, tutti elementi che permettono alle imprese di agire con maggiore elasticità nella destinazione di risorse, agendo sulla base di esigenze interne; sempre che possano attingere ad un bacino di ricercatori formati e ad infrastrutture di qualità.

Da decenni la necessità di destinare più risorse alla scienza e alla tecnologia, e quindi di aumentare sensibilmente il numero dei ricercatori, è segnalata come uno dei problemi principali dell'Italia. Questo capitolo ha fornito un contributo aggiuntivo, segnalando che questa priorità deve anche tener conto delle dinamiche demografiche esistenti all'interno del sistema ricerca e innovazione. La ragione per cui finora le tendenze demografiche sono state così poco considerate è forse perché esse invocano interventi strutturali e di lungo periodo, proprio quelli che sono finora mancati.

## **Ringraziamenti**

Desideriamo ringraziare Valeria Mastrostefano, Maura Steri e Annamaria Urbano responsabili delle statistiche sulla R&S dell'ISTAT e Antonella Ciccarese, responsabile del Cont@ct Center dell'ISTAT, per averci facilitato nella raccolta e nell'interpretazione dei dati sulla R&S. Desideriamo altresì ringraziare Sveva Avveduto, Ilaria Di Tullio e Lucio Pisacane per i suggerimenti relativi alle proiezioni di genere riportate nel Box 3.2.

## Riferimenti bibliografici

- Abramo, G., D'Angelo, C.A., e Murgia, G. 2016. The combined effects of age and seniority on research performance of full professors. *Science and Public Policy*, 43(3), 301-319.
- Abramo, G., D'Angelo, C.A., & Murgia, G. 2017. The relationship among research productivity, research collaboration, and their determinants. *Journal of Informetrics*, 11(4), 1016-1030.
- ADI (Associazione Dottorati Italiani), 2019. *Dottorato di ricerca: niente di nuovo sul fronte occidentale*, VIII Indagine ADI su Dottorato e Post-Doc, Roma, 8 maggio.
- Antonelli, C., Barbiellini Amidei, F., Giannetti, R., Gomellini, M., Pasterelli, S. e Pianta, M. 2007. *Innovazione tecnologica e sviluppo industriale nel secondo dopoguerra*, Roma-Bari, Laterza.
- Archibugi, D. e Evangelista, D. 1995. Tecnologia e sviluppo economico italiano. *Rivista di Politica Economica*, 84(1), 131-175.
- Archibugi, D. e Iammarino, S. 1999. The policy implications of the globalisation of innovation. *Research Policy*, 28(2-3), 317-336.
- Auriol L. 2010. Careers of Doctorate Holders: Employment and Mobility Patterns. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers* 2010/04.
- Avveduto, S. e Pisacane, L. 2018. L'educazione terziaria e il ruolo della componente femminile nella ricerca scientifica, in CNR, *Relazione sulla ricerca e l'innovazione in Italia. Analisi e dati di politica della scienza e della tecnologia*. Roma, CNR Edizioni.
- Bonaccorsi, A. e Daraio, C. 2003. Age effects in scientific productivity. The case of the Italian National Research Council (CNR). *Scientometrics*, 58(1) 49-90.
- Cainelli, G., Evangelista, R. e Savona, M. 2006. Innovation and economic performance in services: a firm-level analysis. *Cambridge Journal of Economics*, 30(3) 435-458.
- Carayol, N. e Mireille, M. 2006. Individual and collective determinants of academic scientists' productivity. *Information Economics and Policy*, 18(1) 55-72.

- Cerulli, G., Potì, B. e Spallone, R. 2018. L'internazionalizzazione della Ricerca e Sviluppo delle imprese: Una prospettiva italiana, in CNR, *Relazione sulla ricerca e l'innovazione in Italia. Analisi e dati di politica della scienza e della tecnologia*, CNR Edizioni, Roma.
- Cho, C. S., Ramanan, R. A. e Feldman, M. D. 2011. Defining the ideal qualities of mentorship: a qualitative analysis of the characteristics of outstanding mentors, *The American Journal of Medicine*, 124(5) 453-458.
- Cohen, J. G., Sherman, A. E., Kiet, T. K., Kapp, D. S., Osann, K., Chen, L., O'Sullivan, P. S. e Chan, J. K. 2012. Characteristics of success in mentoring and research productivity — A case-control study of academic centers. *Gynecologic Oncology*, 125 (1) 8-13.
- Corte dei Conti, 2009-2018. Determinazione e relazione della Sezione del controllo sugli enti sul risultato del controllo eseguito sulla gestione finanziaria del Consiglio Nazionale delle Ricerche per gli esercizi esercizio 2007-2016.
- Corte dei Conti, 2009-2018. Determinazione e relazione della Sezione del controllo sugli enti sul risultato del controllo eseguito sulla gestione finanziaria Dell'istituto Nazionale di Astrofisica per l'esercizio 2007-2016.
- Corte dei Conti, 2009-2018. Determinazione e relazione della Sezione del controllo sugli enti sul risultato del controllo eseguito sulla gestione finanziaria dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare per l'esercizio 2007-2016.
- Corte dei Conti, 2009-2018. Determinazione e relazione della Sezione del controllo sugli enti sul risultato del controllo eseguito sulla gestione finanziaria Dell'istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per l'esercizio 2007-2016.
- Corte dei Conti, 2011-2018. Determinazione e relazione della Sezione del controllo sugli enti sul risultato del controllo eseguito sulla gestione finanziaria Dell'istituto Nazionale di Oceanografia Geofisica Sperimentale per l'esercizio 2009-2016.
- Crescenzi, R., Filippetti, A. e Iammarino, S. 2017. Academic inventors: collaboration and proximity with industry. *Journal of Technology Transfer*, 42(4) 730-762.

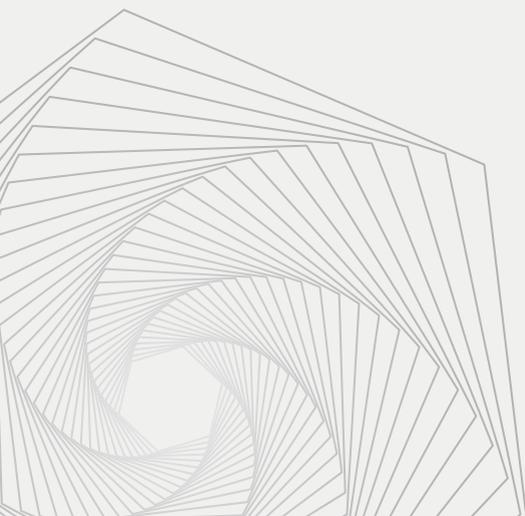
- Crisci, M., Gesano, G. e Heins, F. 2006. Les territoires italiens dans le pays le plus vieilli du monde, in G.F. Dumont (a cura di), *Les territoires face au vieillissement en Europe. Géographie – Politique – Prospective*, Édition Ellipses, Paris 359-372.
- European Commission - Directorate-General for Research and Innovation, 2019. *She figures 2018*, European Union.
- Fabien, Y. e Sirilli, G. 1978. L'invecchiamento del personale tecnico scientifico in una prospettiva internazionale, in P. Bisogno (a cura di), *Il ricercatore oggi in Italia*, Franco Angeli, Milano.
- Giannetti, R. 1998. *Tecnologia e sviluppo economico italiano, 1870-1990*. Bologna, Il Mulino.
- Goodwin, T. H. e Sauer, R. D. 1995. Life cycle productivity in academic research: evidence from cumulative publication. *Southern Economic Journal*, 61(3) 728-743.
- Hall, B. H., Mairesse, J. e Turner L. 2007. Identifying age, cohort, and period effects in scientific research productivity: discussion and illustration using simulated and actual data on French physicists. *Economics of Innovation and New Technology*, 16(2) 159-177.
- Istat, 2018. “Ricerca e sviluppo in Italia. Anni 2016-2018”, *Statistiche Report*, 10 settembre.
- Kwiek, M. 2016. The European research elite: a cross-national study of highly productive academics in 11 countries. *Higher Education*, 71(3) 379-397.
- Landry, R., Saihi, M., Amara, N. e Ouimet, M. 2010. Evidence on how academics manage their portfolio of knowledge transfer activities. *Research Policy*, 39(10) 1387-1403.
- Levin, S. G. e Stephan, P. E. 1991. Research productivity over the life cycle: evidence for academic scientists. *The American Economic Review*, 81(1) 114-132.
- Mangematin, V. 2000. PhD job market: professional trajectories and incentives during the PhD. *Research Policy*, 29(6) 741-756.

- Mishra, V. e Smyth, R. 2013. Are more senior academics really more research productive than junior academics? Evidence from Australian law schools. *Scientometrics*, 96(2) 411-425.
- Morettini, L., Primeri, E., Reale, E. e Zinilli, A. 2016. Career trajectories of PhD graduates in the social sciences and humanities: drivers for career moves, in C. Sarrico, P. Teixeira, A. Magalhães, A. Veiga, M.J. Rosa, T. Carvalho (a cura di), *Global Challenges, National Initiatives, and Institutional Responses*, Sense Publishers, Rotterdam 205-236.
- OCSE, 2015. *Frascati Manual 2015. Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovative Activities*. Parigi, OECD Publishing.
- Ortega-Argilés, R., Vivarelli, M. e Voigt, P. 2009. R&D in SMEs: a paradox? *Small Business Economics*, 33(1) 3-11.
- Reale, E., Morettini, L. e Zinilli, A. 2019. Moving, remaining, and returning: international mobility of doctorate holders in the social sciences and humanities. *Higher Education*, 78(1) 17-32.
- Rocchi, M. e Sirilli, G. 1978. "L'invecchiamento del personale tecnico scientifico in Italia" in P. Bisogno (a cura di), *Il ricercatore oggi in Italia*, Franco Angeli, Milano.
- Rossi, M. 2009. L'ope legis del 1980 e il degrado dell'università in Italia, *Allegoria: per uno studio materialistico della letteratura*, Gen./Giu.
- Russo, L. e Santoni, E. 2010. *Ingegni minuti. Una storia della scienza in Italia*. Milano, Feltrinelli.
- Sibilia, S. 2014. *Smetto quando voglio*. Film prodotto da Fandango, Roma.
- Virzì, P. 2008. *Tutta la vita davanti*. Film prodotto da Medusa Film, Roma.

# 4

## **LA DOMANDA PUBBLICA D'INNOVAZIONE: VERSO UN PIANO D'AZIONE PER IL PROCUREMENT DI RICERCA E SVILUPPO IN ITALIA**

*Raffaele Spallone, Andrea Filippetti  
e Fabrizio Tuzi*



## SOMMARIO

Nell'ultimo decennio l'utilizzo strategico degli appalti pubblici è diventato un tema centrale della politica europea dell'innovazione. In una fase economica caratterizzata da scarsità di risorse disponibili, la domanda pubblica d'innovazione può contribuire a migliorare la fornitura di servizi pubblici utilizzando meno risorse e affrontando al contempo sfide sociali complesse.

Nonostante il crescente interesse che il tema del procurement innovativo sta guadagnando nell'agenda politica europea e nazionale, esiste un evidente gap di conoscenze statistiche sul tema. Scopo di questo capitolo è tentare di colmare questo gap fornendo una dimensione qualitativa e quantitativa del fenomeno del procurement di ricerca e sviluppo tra il 2009 e il 2018. Dopo aver offerto una prospettiva comparata, ci concentreremo sul caso italiano, descrivendo la ripartizione della spesa a livello territoriale e tra le differenti tipologie di *contractor* pubblici.

Le risorse impegnate appaiono ancora modeste, soprattutto se paragonate al totale della spesa per acquisti ordinari di beni e servizi (off-the-shelf procurement).

Nel 2018, ad esempio, il valore totale del procurement di ricerca e sviluppo in Italia ammonta a circa 176 milioni di euro, meno dello 0,15 % del valore totale dei beni e servizi acquistati dalla pubblica amministrazione. Questi dati, se da un lato, evidenziano la marginalità del fenomeno, dall'altro invitano ad una riflessione sul volume di risorse che potenzialmente può essere destinato alla domanda pubblica d'innovazione.

Le recenti scelte programmatiche, e il mutato contesto normativo, creano presupposti favorevoli ad un cambio di rotta negli investimenti in domanda pubblica d'innovazione. Tuttavia, molto dipenderà dalla volontà dei policy makers di disegnare un piano d'azione coerente e di lungo periodo che definisca con precisione obiettivi, strumenti e priorità strategiche.

## 4.1 - Introduzione

Con il termine public procurement (PP) si identifica quell'insieme di processi e operazioni mediante i quali la pubblica amministrazione acquista beni e servizi. Data la rilevanza e il peso che il fenomeno ha sull'economia (rappresenta circa il 16% del PIL dell'UE, si veda OECD, 2017), il PP è da tempo considerato uno strumento rilevante di politica industriale attraverso il quale conseguire diversi obiettivi di policy: contribuire alla crescita economica, creare occupazione, favorire la competitività delle imprese nazionali, compensare gli episodi ciclici negativi. La domanda pubblica, inoltre, può stimolare indirettamente l'innovazione influenzando le dimensioni del mercato, promuovendo l'adozione di nuovi standard e agendo sulla struttura competitiva del mercato (Edler et al., 2005; Cabral, 2006; Edquist e Hommen, 2000; Cave and Frinking, 2007; Uyerra e Flanagan, 2010).

Oltre al procurement tradizionale, però, esistono metodi di acquisto che incoraggiano le amministrazioni pubbliche a domandare direttamente innovazione, nella forma di beni e servizi innovativi o di servizi di ricerca e sviluppo. Nell'ultimo decennio, l'utilizzo strategico degli appalti pubblici è diventato un tema centrale della politica europea dell'innovazione. In una fase economica caratterizzata da scarsità di risorse disponibili, la domanda pubblica d'innovazione può, di fatto, contribuire a migliorare la fornitura di servizi pubblici utilizzando meno risorse e affrontando al contempo sfide sociali complesse, orientando il processo di cambiamento tecnologico verso obiettivi socialmente condivisi (Commissione Europea, 2005, Edler et al. 2016).

Tuttavia, nonostante il crescente interesse che il tema del *procurement innovativo* sta guadagnando nell'agenda politica europea e nazionale, esiste un evidente gap di conoscenze scientifiche ed evidenze statistiche sul tema, sia

in Europea sia nel nostro paese. Questo ritardo è particolarmente rilevante in un momento in cui diversi paesi introducono target di spesa e politiche complementari per promuovere l'uso degli appalti come strumento di politica economica.

Scopo di questo capitolo è fornire una dimensione qualitativa e quantitativa del fenomeno del procurement di ricerca e sviluppo nel periodo che va dal 2009-2018. Dopo aver descritto il contesto normativo e definito con precisione l'oggetto dell'indagine, offriremo una prospettiva comparata fra i principali paesi europei, esaminando per l'Italia la ripartizione della spesa a livello territoriale e tra le differenti tipologie di *contractor* pubblici.

In quest'analisi sono state utilizzate due principali fonti di dati, la piattaforma Tender's electronic daily (TED) per i contratti di ricerca e sviluppo soggetti alla normativa comunitaria e, solo per l'Italia, i dati degli appalti pre-commerciali raccolti grazie al monitoraggio condotto dall'Agenzia per l'Italia digitale (AgID).

Ciò che quantifichiamo sono gli affidamenti con procedure aperte previste dalle Direttive UE, mentre sfuggono i contratti sotto-soglia (senza obbligo di pubblicazione), i contratti conclusi attraverso accordi pubblici con soggetti della ricerca pubblica<sup>1</sup> (Centri di ricerca o Università) e gli affidamenti diretti a soggetti privati, attraverso una procedura negoziata senza bando.

Sebbene i dati presentati non siano probabilmente indicativi del totale della domanda pubblica di beni e servizi di ricerca, il capitolo offre una sistematizzazione e una prima quantificazione del fenomeno.

## **4.2 - Il procurement d'innovazione, un quadro europeo**

Anche se tradizionalmente la politica dell'innovazione è stata orientata verso gli strumenti che agiscono principalmente dal lato dell'offerta (supply-side policy) negli ultimi anni le politiche dal lato della domanda hanno

---

<sup>1</sup> In Italia ex. art. 15 l. 241/1990

ricevuto molta attenzione (Guerzoni e Raiteri, 2015; Gok et al. 2016) sia a livello nazionale che a livello europeo (Kaiser and Kripp, 2019; OECD, 2011).

In particolare, dal rapporto Kok (2004), incaricato di riesaminare e ridefinire strumenti e obiettivi della Strategia di Lisbona, dai lavori dei gruppi di esperti che lavorarono al Fraunhofer Institute Report (Elder 2005) e dal Wilkinson Report (Wilkinson et al. 2005), s'iniziò a sottolineare l'esigenza che la Commissione europea e gli stati membri ponessero la domanda pubblica di innovazione al centro delle strategie di crescita ed innovazione.

Analogamente, nel 2005, il rapporto del Gruppo Aho "*Creating an Innovative Europe*" (Aho et al. 2005), individuava nella mancanza di politiche dal lato della domanda uno degli ostacoli principali al diffondersi dell'innovazione in Europa. Gli autori raccomandavano una serie d'interventi e azioni strategiche di ampia scala, dando particolare enfasi - tra gli altri strumenti - alla domanda pubblica come driver di fondamentale importanza alla realizzazione di un'Europa realmente innovativa.

Tali impulsi furono raccolti dalla Commissione Europea che gradualmente, e a partire dalla *Lead market initiative* (2007), vide negli appalti pubblici uno strumento chiave per favorire la ricerca e sviluppo e la diffusione di innovazione. La Commissione, recependo anche quanto suggerito dalla letteratura in materia, iniziava a distinguere tra il procurement tradizionale (off-the-shelf) e procedure speciali di acquisto d'innovazione. Con la **Comunicazione 799 (2007)** «Appalti pre-commerciali: promuovere l'innovazione per garantire servizi pubblici sostenibili e di elevata qualità in Europa»<sup>2</sup> si introduceva, ad esempio, il concetto di appalto pre-commerciale, una procedura per l'acquisto di servizi di ricerca e sviluppo finalizzata alla produzione o al sostanziale miglioramento di beni e servizi innovativi.

In seguito, con la strategia Europa 2020 il procurement d'innovazione diviene uno degli strumenti da utilizzare per realizzare gli obiettivi di crescita intelligente, sostenibile e inclusiva (Commissione Europea, 2011). La Strategia per la specializzazione intelligente ha, in conseguenza, previsto che gli acquisti di ricerca, sviluppo e innovazione della pubblica amministrazione potessero essere finanziati dai Fondi strutturali e d'investimento europei (Commissione europea, 2012).

2 <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0799:FIN:IT:PDF>

Nonostante l'interesse crescente per il tema, l'effettiva implementazione d'iniziative e strategie di policy a favore del procurement d'innovazione era piuttosto limitata ad alcuni casi pilota, e solo in alcuni stati membri. Questo ritardo era imputabile principalmente alla mancanza di capacità e conoscenza delle amministrazioni pubbliche, all'avversione al rischio di quest'ultime e a processi burocratici e amministrativi eccessivamente gravosi (Georghiou et al. 2014; Urraya et al. 2014). La legislazione europea e nazionale, inoltre, non favoriva processi di acquisto nei quali i criteri di selezione fossero caratteristiche di performance invece che caratteristiche di prodotto, frenando, di fatto, l'acquisto di prodotti e servizi non inventati o non ancora sviluppati.

Riconoscendo questo problema, nel 2014 la Commissione Europea ha rivisto la legislazione comunitaria in materia<sup>3</sup>. Il nuovo quadro normativo incoraggia le stazioni appaltanti a prevedere specifiche tecniche fissate in termini di requisiti funzionali e di prestazioni al fine di "evitare di restringere artificialmente la concorrenza mediante requisiti che favoriscono uno specifico operatore economico [...]" (2014/24 par. 74)<sup>4</sup>. Inoltre, la nuova legislazione invita a riconsiderare il criterio del costo/efficacia, non più da intendere solo sulla base dei costi iniziali al momento dell'acquisto - che di fatto premiando l'offerta economicamente più vantaggiosa scoraggiano l'innovazione - ma legato all'intero ciclo di vita del prodotto (Elder e Georghiou, 2007)<sup>5</sup>. Questo faciliterebbe l'emersione d'innovazione, perché i prodotti o i servizi più innovativi hanno spesso costi iniziali maggiori, proprio perché le imprese devono recuperare i costi legati agli investimenti in ricerca e sviluppo (Edquist e Zabala-Iturriagoitia, 2012).

Il mutato contesto normativo si è accompagnato ad azioni di policy per favorire l'implementazione di strategie nazionali sul procurement dell'innovazione. Il principale programma dell'UE per la ricerca e l'innovazione, Ho-

---

3 Le direttive 2014/24/UE 2014/25/UE e 2014/23/UE, approvate dal Parlamento e dal Consiglio europeo sono state recepite nell'ordinamento italiano con il D.Lgs. n. 50/2016.

4 I requisiti funzionali sono gli strumenti più appropriati per stimolare l'innovazione nell'ambito degli appalti pubblici (Edquist, Vonortas, Zabala-Iturriagoitia, 2012)

5 Il concetto di costo del ciclo di vita comprende tutti i costi che emergono durante il ciclo di vita dei lavori, delle forniture o dei servizi. Il concetto abbraccia i costi interni, come le ricerche da realizzare, lo sviluppo, la produzione, il trasporto, l'uso e la manutenzione e i costi di smaltimento finale ma può anche abbracciare costi imputabili a esternalità ambientali quali l'inquinamento causato dall'estrazione delle materie prime utilizzate nel prodotto ovvero causato dal prodotto stesso o dalla sua fabbricazione, a condizione che possano essere monetizzati e controllati.

rizon 2020, prevede finanziamenti per azioni di coordinamento e supporto, co-finanziamenti per appalti pre-commerciali (PCP) e acquisti di soluzioni innovative (PPI).

L'azione d'impulso della Commissione ha spinto molti stati membri ad adottare iniziative per incentivare e supportare gli acquirenti pubblici ad acquistare servizi di ricerca e sviluppo ed innovazione, istituendo servizi di coordinamento che offrono supporto agli acquirenti pubblici, fornendo incentivi finanziari per ridurre i rischi delle stazioni appaltanti, stabilendo target di spesa per acquisti di ricerca, sviluppo e innovazione (OECD, 2017).

### **4.3 - Il procurement di ricerca e sviluppo, definizioni**

Gli appalti d'innovazione sono i contratti pubblici nei quali un contraente pubblico acquista "innovazione". L'art. 1.22 della direttiva UE sugli appalti (2014/24) mutua la definizione d'innovazione dal Manuale di Oslo (p. 146):

«l'attuazione di un prodotto, servizio o processo nuovo o significativamente migliorato, tra cui, ma non solo, i processi di produzione, di edificazione o di costruzione, un nuovo metodo di commercializzazione o organizzativo nelle prassi commerciali, nell'organizzazione del posto di lavoro o nelle relazioni esterne...»

Questa definizione comprende qualsiasi appalto che abbia uno o entrambi i seguenti aspetti:

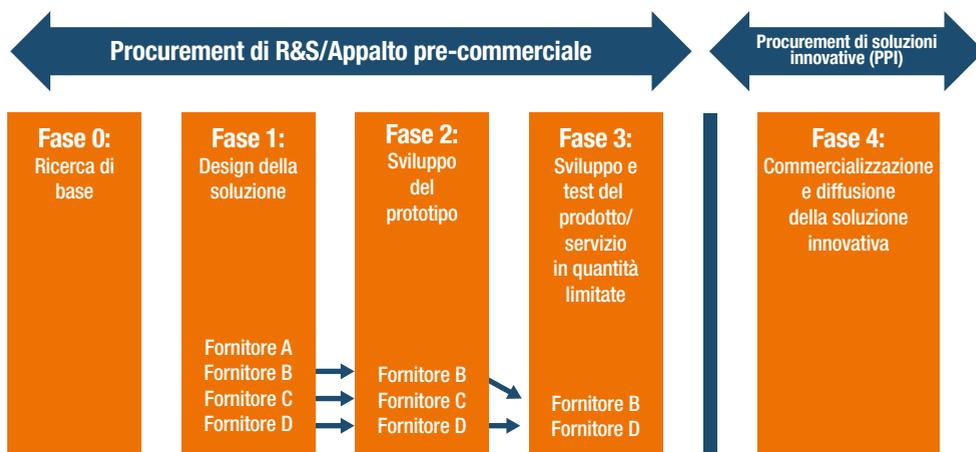
- i. L'acquisto del processo di innovazione, comprendente servizi di ricerca e sviluppo (procurement di ricerca e sviluppo e appalti pre-commerciali);
- ii. L'acquisto dei prodotti dell'innovazione creati da altri (Public procurement of innovation –PPI).

In questa sezione, tralasciando il secondo punto, descriveremo da un punto di vista quantitativo e qualitativo il procurement della ricerca e sviluppo,

ovvero i contratti di ricerca e sviluppo previsti dalla direttiva UE e gli appalti-pre-commerciali<sup>6</sup>.

Gli appalti pre-commerciali e il PPI possono essere visti come due elementi complementari dell'approvvigionamento dell'innovazione: il primo si concentra sulla fase di ricerca e sviluppo prima della commercializzazione, mentre il secondo (che esclude la ricerca e sviluppo) si concentra sulla commercializzazione e diffusione di soluzioni innovative. Il grafico sottostante descrive le procedure di acquisto, e le relative fasi, e ne esplicita la complementarità.

Figura 4.1 - Complementarità tra l'appalto pre-commerciale e il PPI



Fonte: Commissione Europea, 2014

## 4.4 - Fonti di dati e limiti della misurazione

In quest'analisi sono state utilizzate due principali fonti di dati, la piattaforma Tender's electronic daily (TED) per i contratti di ricerca e sviluppo soggetti alla normativa comunitaria e, solo per l'Italia, i dati degli appalti di

6 Allo scopo di definire l'oggetto dell'analisi, l'appendice (1) fornisce delle definizioni che consentano di distinguere le diverse tipologie di appalto.

innovazione raccolti grazie al monitoraggio condotto dall'Agenzia per l'Italia Digitale (AgID).

#### 4.4.1 - Tender's electronic daily (TED)

La banca dati TED è la versione online del supplemento alla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea e funge da piattaforma di notifica elettronica per tutti i contratti sopra-soglia pubblicati nell'Unione europea.<sup>7</sup>

Al fine di identificare gli appalti di ricerca e sviluppo sono stati selezionati tutti gli avvisi di gara (contract notice) dal 2009 al 2018, che riportano un codice CPV (*Common procurement vocabulary*) riferito ai contratti aventi per oggetto i servizi di ricerca e sviluppo<sup>8</sup>. Il *Common procurement vocabulary* è il sistema di classificazione unico per gli appalti volto a standardizzare i riferimenti utilizzati dalle amministrazioni aggiudicatrici e dagli enti per descrivere l'oggetto dei contratti di appalto.<sup>9</sup>

Come spiegato in precedenza, i dati non sono esenti da limiti che impediscono, di fatto, una quantificazione esatta del numero e del valore degli appalti ed una comparazione internazionale. In primis, la banca dati non contiene informazioni sulle gare sotto-soglia e per determinati tipi di contratti, come i contratti relativi alla difesa alla sicurezza e agli armamenti (oggetto

<sup>7</sup> La pubblicazione di contratti sotto-soglia è volontaria e non obbligatoria

<sup>8</sup> I contratti di ricerca e sviluppo sono classificati con i codici da 73000000-2 a 73120000-9, 73300000-5, 73420000-2 o 73430000-5, che corrispondono alle seguenti attività: Research and development services and related consultancy services; Research and experimental development services; Research services; Research laboratory services; Marine research services; Experimental development services; Pre-feasibility study and technological demonstration; Development of security equipment; Development of firearms and ammunition; Development of military vehicles; Development of warships; Development of military aircraft, missiles and spacecraft; Development of military electronic systems and Test and evaluation services.

<sup>9</sup> CPV consiste in un vocabolario principale per definire l'oggetto di un contratto e un vocabolario supplementare per aggiungere ulteriori informazioni qualitative. Il vocabolario principale si basa su una struttura ad albero che comprende codici fino a 9 cifre (un codice a 8 cifre più una cifra di controllo) associati a una dicitura che descrive il tipo di forniture, lavori o servizi che formano l'oggetto del contratto. Il CPV consiste in un vocabolario principale e un vocabolario supplementare. Il vocabolario principale si basa su una struttura ad albero che comprende codici di massimo nove cifre associati a una dicitura che descrive le forniture, i lavori o i servizi che formano l'oggetto del contratto.

Le prime due cifre identificano le divisioni (XX000000-Y);

Le prime tre cifre identificano i gruppi (XXX00000-Y);

Le prime quattro cifre identificano le classi (XXXX0000-Y);

Le prime cinque cifre identificano le categorie (XXXXX000-Y);

Ciascuna delle ultime tre cifre offre un maggior grado di precisione all'interno di ciascuna categoria.

di una legislazione separata, direttiva 2009/81 /CE) oppure i contratti segreti che richiedono speciali misure di sicurezza (articolo 14, sezione 3, direttiva 2004/18/CE)<sup>10</sup>.

Inoltre, non tutti i Paesi hanno lo stesso tasso di pubblicazione sulla piattaforma TED. Questo può essere dovuto a una molteplicità di fattori, come le diverse disposizioni legislative interne che favoriscono procedure di affidamento non soggette alla legislazione comunitaria, o strategie nazionali volte ad evitare la pubblicazione di gare sulla piattaforma europea. In Germania, ad esempio, il valore del public procurement di cui si ha evidenza sul TED rappresenta circa l'1% del PIL nazionale mentre nel Regno Unito circa il 5%).<sup>11</sup> Infine, le informazioni riportate dal TED non sono sempre disponibili (come ad esempio l'esatto valore delle gare) e non risultano sempre corrette a causa di errori di compilazione e reporting da parte delle autorità contraenti.

Nonostante questi limiti, il TED rappresenta il dataset più affidabile sugli appalti pubblici ed è l'unica fonte di dati che consente di avere a livello europeo una quantificazione del fenomeno ed una comparazione settoriale e per tipo di committente pubblico.

---

10 La banca dati non contiene informazioni per determinati tipi di contratti:

- a. Contratti per appalti pubblici con un valore inferiore alle soglie europee;
- b. Contratti relativi alla difesa, alla sicurezza e agli armamenti (oggetto di una legislazione separata, direttiva 2009/81 / CE);
- c. Contratti segreti, contratti che richiedono speciali misure di sicurezza (articolo 14, sezione 3, direttiva 2004/18 / CE);
- d. Appalti aggiudicati da attori conformemente alle norme internazionali (articolo 15, sezione 3, direttiva 2004/18 / CE);
- e. Concessioni di servizi o contratti di servizio di un diritto esclusivo ai sensi della normativa UE compatibile (articolo 17, sezione 3, direttiva 2004/18 / CE);
- f. Gli appalti pubblici di organizzazioni internazionali al di fuori del quadro dell'UE basato nell'Unione europea non sono coperti dalla GU UE TED;
- g. Contratti per le amministrazioni aggiudicatrici nazionali / regionali / locali e le entità che non sono soggette alle direttive UE sugli appalti pubblici;
- h. Contratti per categorie di prodotti / servizi esentati dalle direttive UE in materia di appalti pubblici.

11 Il dato, riferito al 2015, è consultabile sul Public Procurement scoreboard della Commissione europea: [http://ec.europa.eu/internal\\_market/scoreboard/performance\\_per\\_policy\\_area/public\\_procurement/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/internal_market/scoreboard/performance_per_policy_area/public_procurement/index_en.htm)

#### 4.4.2 - La piattaforma per il procurement di innovazione

La seconda fonte dati è la piattaforma per il procurement di innovazione, attraverso la quale l'Agenzia per l'Italia Digitale osserva e cataloga gli appalti di ricerca e innovazione promossi dalle amministrazioni italiane. In particolare, la piattaforma raccoglie gli appalti pre-commerciali che per natura e caratteristiche sono esentati dalla legislazione comunitaria alla pubblicazione sulla gazzetta ufficiale e dunque non presenti sul TED<sup>12</sup>.

Dunque, mentre le stime ed i numeri presentati nel confronto tra Paesi saranno soprattutto di natura indicativa, per l'Italia il quadro fornito sarà maggiormente completo e affidabile. Anche in questo caso, però, il dato potrebbe non essere rappresentativo del totale di domanda di ricerca e sviluppo delle amministrazioni pubbliche. Secondo la nostra legislazione, infatti, le P.A. possono soddisfare tale domanda attraverso altre due modalità: i) accordi con soggetti della ricerca pubblica (Centri di ricerca o Università) (ex. art. 15, l. 241/1990) ii) oppure affidamenti diretti a soggetti privati, attraverso una procedura negoziata senza bando.

Ciò che quantifichiamo, dunque, sono tutti gli affidamenti con procedure aperte previsti dalla legislazione italiana.

### 4.5 - Una prospettiva comparata

In questa sezione sono descritti i dati raccolti sulla piattaforma TED relativi alle gare di appalto in ricerca e sviluppo pubblicate tra il 2009 e il 2018 da Italia, Regno Unito, Germania, Francia e Spagna.

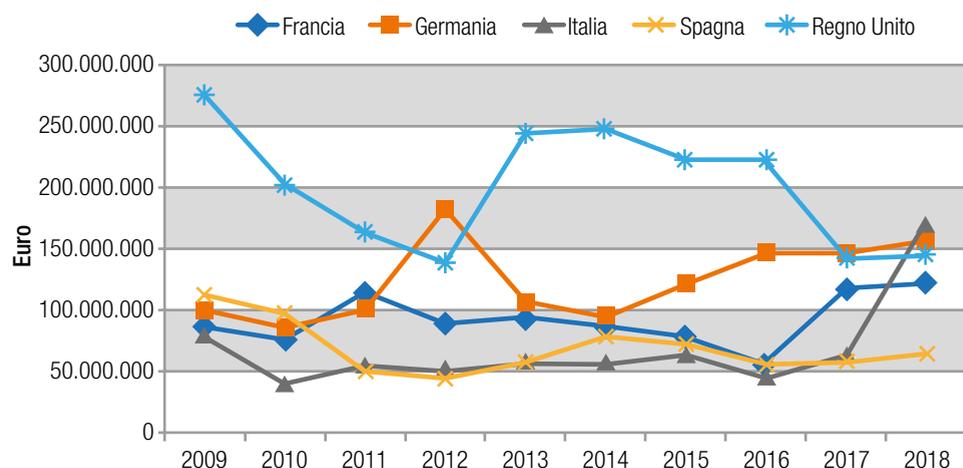
Dal punto di vista degli impegni di spesa (figura 4.2), il Regno Unito fa registrare, ad eccezione di due anni, i valori più alti, con una spesa media in appalti di ricerca e sviluppo (199 milioni di euro) circa quattro volte superiore rispetto a quella fatta registrare in Italia (66 milioni di euro), che è il

---

<sup>12</sup> In alcuni casi, le amministrazioni contraenti pubblicano gli appalti pre-commerciali sul TED, anche se non sono vincolati dalla legislazione comunitaria, per dare maggiore risalto al bando e per attrarre i migliori offerenti dai diversi paesi europei.

paese con la spesa media più bassa. Il divario sarebbe ancora più ampio se non si prendesse in considerazione il 2018, anno in cui l'Italia fa registrare l'impegno di spesa più alto in conseguenza di una singola gara pubblicata dall'Agenzia Spaziale Italiana<sup>13</sup>. Il valore della gara, 105 milioni, è quasi il doppio della media del valore annuo di tutti i contratti in ricerca e sviluppo pubblicati in Italia tra il 2009 e il 2017.

Figura 4.2 - Valore degli avvisi di gara in R&S pubblicati, 2009-2018 (Euro)



Fonte: TED, nostre elaborazioni

Come spiegato nel paragrafo precedente, a causa del differente grado di trasparenza dei paesi nella pubblicazione dei dati, non è sempre disponibile il valore esatto della gara. Ciò, limitando, di fatto, la robustezza del dato sulla spesa totale, inficia la comparazione internazionale.<sup>14</sup> Il valore del procurement di ricerca e sviluppo (riportato nella figura 4.2) è per tanto calcolato assegnando alle gare non valorizzate il valore medio annuo delle gare valorizzate.

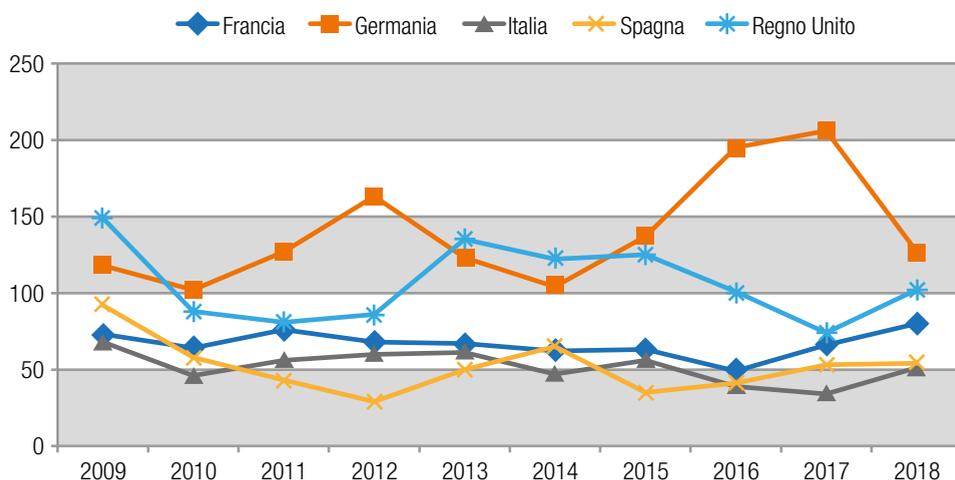
13 Il contratto ha per oggetto lo "sviluppo e la messa in opera di un sistema satellitare per l'erogazione di servizi istituzionali innovativi di telecomunicazioni" (Ital-GovSatCom),

14 Nello specifico, le gare non valorizzate in media nel periodo sono: il 59% per la Francia, il 39% in Regno Unito, il 54% in Germania, il 16% in Italia e il 5% in Spagna.

Al fine di arricchire e completare le informazioni sulla spesa, ed avere un dato maggiormente comparabile, la figura (4.3) riporta numero di avvisi di gara pubblicati tra il 2009 ed il 2018.

In tutto il periodo in esame la Germania e il Regno Unito sono i paesi con i valori più alti, seguiti da Francia, Italia e Spagna. Sebbene nell'ultimo anno le differenze tra le unità osservate sembrano assottigliarsi, nel 2017 il numero di gare pubblicate in Germania (206) è di poco inferiore al numero totale di gare di ricerca e sviluppo pubblicate negli altri paesi (227). Questo dato riflette una certa variabilità nel numero di pubblicazioni, soprattutto riferibile a Germania e Regno Unito.

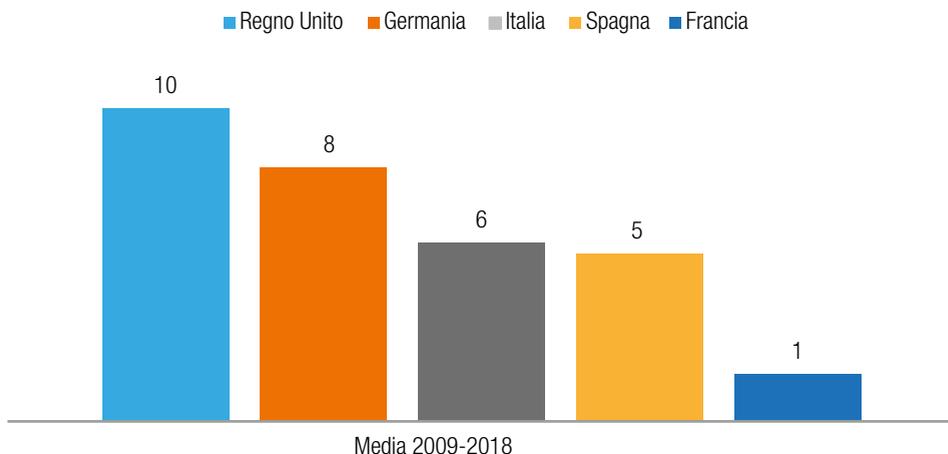
Figura 4.3 - Numero di Avvisi di gara in R&S pubblicati, 2009-2018



Fonte: Dati TED, nostre elaborazioni.

La figura seguente (fig. 4.4) riporta il numero di appalti in ricerca e sviluppo ogni 1000 gare pubblicate sul TED. Questa standardizzazione consente di rapportare la quantità di appalti in R&S al totale dei bandi pubblicati annualmente sulla piattaforma TED.

Figura 4.4 - Numero di avvisi di gara in R&S pubblicati ogni 1000 (media 2009-2018)

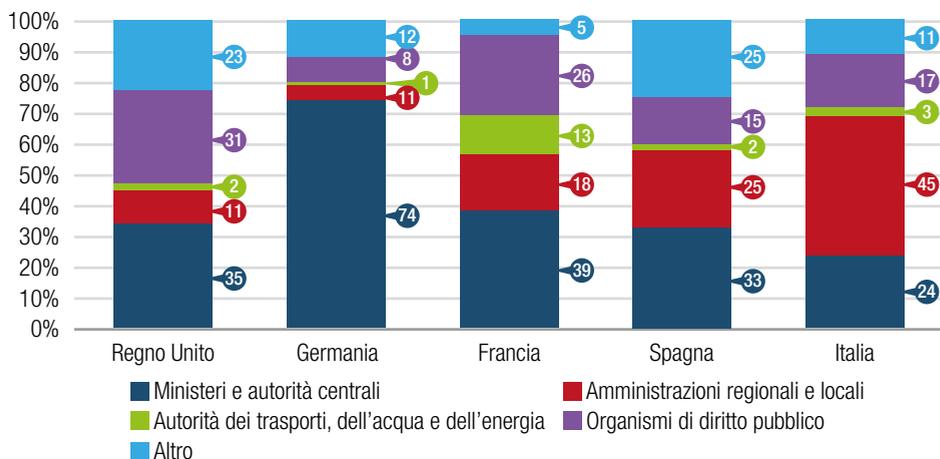


Fonte: Dati TED, nostre elaborazioni.

Come si vede dal grafico è il Regno Unito il paese con il rapporto più alto (10 ogni mille) mentre la Francia riporta il valore più basso (1x1000) di molto inferiore a quello degli altri paesi. Il dato francese, più che indicare una bassa propensione delle autorità pubbliche ad appaltare servizi di ricerca e sviluppo, sembrerebbe suggerire una maggiore predisposizione ad affidare servizi di ricerca e sviluppo con contratti al di sotto della soglia europea e dunque esentati dall'obbligo di pubblicazione. Alcune autorità, ad esempio, potrebbero di proposito "spacchettare" i grandi contratti in parti di piccole dimensioni al fine di trovarsi al di sotto dei requisiti di pubblicazione e rendicontazione, e questo sia per velocizzare le procedure di gara sia per circoscrivere la partecipazione a fornitori locali (OECD, 2016).

L'analisi dei committenti pubblici fornisce un ulteriore dettaglio sulla natura ed il grado di decentramento delle amministrazioni che acquistano servizi di ricerca e sviluppo.

Figura 4.5 - Tipo di committente pubblico (% sul totale degli avvisi di gara in R&amp;S 2009-2018)



Fonte: TED, nostre elaborazioni

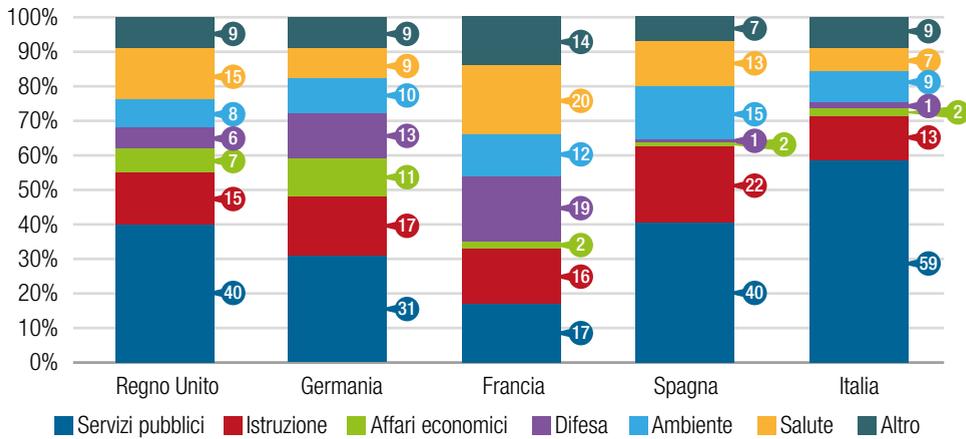
Come mostra la figura (4.5) il quadro appare molto diverso da paese a paese, con un peso dei ministeri e delle amministrazioni centrali preponderante in Germania (circa il 74%) e molto inferiore in Italia (24%) dove il processo di acquisto dei servizi di ricerca e sviluppo sembra essere più decentrato che altrove (ved. dettaglio nel paragrafo successivo). È interessante notare come nel Regno Unito le amministrazioni che incidono maggiormente nella spesa di ricerca e sviluppo siano gli organismi di diritto pubblico<sup>15</sup>, fra le quali spicca il ruolo delle Università e dei centri di ricerca, che a differenza degli altri Paesi, hanno un ruolo molto attivo nel processo di acquisto di beni e servizi di ricerca. Tale attivismo sembrerebbe in parte attribuibile ai finanziamenti, per acquisti di servizi di ricerca e sviluppo, che le università hanno avuto a disposizione nell'ambito del programma Small Business Research Initiative (SBRI), uno degli strumenti principali per finanziare il procurement dell'innovazione nel Regno Unito.<sup>16</sup>

15 Ossia quegli organismi creati per soddisfare specifici bisogni nell'interesse generale, senza un carattere industriale o commerciale. 2) con un personalità giuridica; e 3) finanziati, per la quota maggiore, da autorità statali, regionali o locali [...]

16 <https://sbri.innovateuk.org/welcome>

Guardando invece a una prospettiva settoriale - definita come l'attività per la quale sono richiesti determinati servizi di ricerca e sviluppo - le differenze tra i Paesi in esame sembrano meno marcate (figura 4.6). E' interessante rilevare il ruolo preponderante che in tutti i Paesi riveste il settore dei servizi pubblici generali (General public services) che in Italia è intorno al 60% di tutti i contratti di ricerca e sviluppo. In Francia, Germania e Regno Unito il settore "Difesa" copre una percentuale rilevante degli acquisti in ricerca e sviluppo, nonostante la gran parte dei contratti nel settore siano esentati dalla pubblicazione sul TED.

Figura 4.6 - Avvisi di gara per settore di appartenenza 2009-2018 (% sul totale degli avvisi di gara in R&S)



Fonte: TED, nostre elaborazioni

## 4.6 - Il Caso Italiano

### 4.6.1 - Il quadro strategico e programmatico dell'Italia

In Italia l'attuazione dei progetti di appalti orientati all'innovazione è rimasta per molto tempo nelle mani di singoli attori senza che ci fosse un quadro istituzionale definito. Soprattutto nel periodo di forte contrazione delle risorse economiche, la maggior parte degli sforzi dei responsabili politici si sono concentrati sulla razionalizzazione e l'efficientamento dei processi alla base del procurement tradizionale.

Un primo passo verso la definizione di un quadro istituzionale favorevole è nel "Decreto Crescita 2.0" (decreto legge 179/2012, convertito in legge 221/2012) che abbracciando una gamma eterogenea d'interventi volti alla realizzazione dell'*Agenda digitale*, ha previsto con l'articolo 19 l'attuazione di "Grandi progetti di ricerca e appalti pre-commerciali" riconoscendo l'importanza della domanda pubblica come leva per stimolare l'innovazione.

Il recepimento delle direttive europee del 2014<sup>17</sup> ha poi rappresentato l'occasione per un'ulteriore riorganizzazione dell'intera materia avviando un processo di responsabilizzazione del *buyer* pubblico, al quale si è accompagnata una semplificazione normativa, amministrativa e organizzativa dell'intero settore degli appalti pubblici. Ai progressi in campo legislativo sono seguiti una serie d'iniziative in fase di programmazione delle politiche che hanno contribuito a ridefinire l'assetto dei compiti e delle responsabilità, incanalando nuove risorse verso la domanda pubblica d'innovazione.

L'Accordo di Partenariato con la Commissione Europea ha impegnato il nostro Paese a realizzare azioni specifiche nel periodo 2014-2020:

---

17 Il 19 aprile 2016, il Governo italiano ha approvato il decreto legislativo n. 50 / 2016 in attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE del Parlamento europeo e del Consiglio europeo "sugli appalti pubblici e l'aggiudicazione di contratti di concessione, l'acquisto da parte di enti che operano nel settore idrico, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali settori e sulla riorganizzazione del regolamento sugli appalti pubblici" (Nuovo codice degli appalti).

- 1.3.1 (OT-01) «Rafforzamento e qualificazione della domanda di innovazione della PA attraverso il sostegno ad azioni di Pre-commercial Public Procurement e di Procurement dell'innovazione»;
- 11.3.4 (OT-11) «Azioni di rafforzamento e qualificazione della domanda di innovazione della PA, attraverso lo sviluppo di competenze mirate all'impiego del "Pre-commercial procurement".

Oggi, l'attuazione dei programmi pre-commerciali è finanziata principalmente attraverso i Programmi Operativi Regionali (POR) e i Programmi operativi nazionali (PON) Scuola, Ricerca e Innovazione, Governance che prevedono in totale un investimento di circa 80 milioni. Undici Regioni italiane prevedono esplicitamente nei propri Piani operativi 2014-2020 un investimento per il procurement di ricerca e sviluppo e i settori di applicazione sono stati individuati da ciascuna Regione in coerenza con i documenti di strategia di specializzazione intelligente(S3).

Il Ministero dell'Università e della Ricerca insieme al Ministero dello Sviluppo economico definiscono le strategie nazionali sul procurement d'innovazione.<sup>18</sup> L'Agenzia per l'Italia Digitale, ai sensi del già citato art. 19 , è preposta all'attuazione dei grandi progetti strategici di ricerca e innovazione connessi alla realizzazione dell'Agenda digitale italiana. L'Agenzia, inoltre, può svolgere il ruolo di centrale nazionale di committenza degli appalti pre-commerciali, anche per conto delle Regioni e delle altre amministrazioni competenti.<sup>19</sup>

#### **4.6.2 - I dati, un quadro di sintesi**

Il grafico seguente (figura 4.7) mostra il numero di appalti in ricerca e sviluppo e gare PCP nazionali provenienti dai due database di riferimento uti-

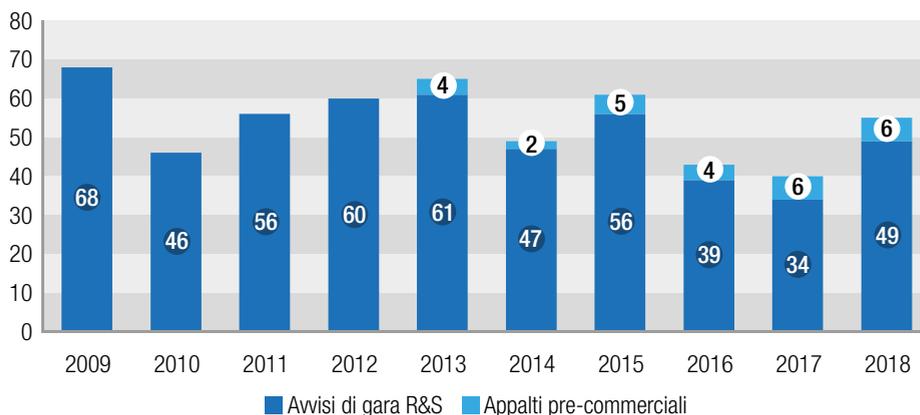
---

18 Nel 2015 è stato firmato il primo accordo di collaborazione tra i due ministeri per facilitare l'attuazione di gare pre-commerciali nell'ambito del Piano di Azione e coesione.

19 Nel triennio 2015-2018, AgID è stato il partner istituzionale del MIUR per l'attuazione del programma di appalti pre-commerciali finalizzati alla soddisfazione dei fabbisogni di innovazione del settore pubblico nelle Regioni Convergenza, programma avviato dal Decreto Direttoriale Interministeriale MIUR-MISE n° 437 del 13 marzo 2013.

lizzati per definire il quadro italiano, vale a dire il Tender's electronic daily e il database AgID per il monitoraggio degli appalti d'innovazione.

Figura 4.7 - Numero totale delle gare pubblicate, da autorità italiane, avente per oggetto servizi di ricerca e sviluppo, 2009-2018



Fonte: nostre elaborazioni su TED e Dati Monitoraggio AgID.

Come si intuisce dal grafico, è solo a partire dal 2013 che vengono implementati i primi appalti pre-commerciali. Sebbene il loro numero sia di molto inferiore agli appalti in ricerca e sviluppo (in media dal 2013 al 2018 rappresentano meno del 10% del numero totale di appalti) le risorse mobilitate sono, invece, più rilevanti (intorno al 20% del valore totale degli appalti in R&S).

La tabella seguente (4.1) ci fornisce un quadro completo del numero totale degli appalti e delle risorse impegnate dalle pubbliche amministrazioni italiane. Come abbiamo già avuto modo di rilevare, il valore totale degli appalti – con un trend crescente tra il 2010 e il 2017- subisce un notevole incremento nel 2018 in conseguenza della pubblicazione di un bando dell’Agenzia Spaziale Italiana dal valore di 105 milioni di euro, avente per oggetto lo sviluppo e la messa in opera di un sistema satellitare per l’erogazione di servizi istituzionali innovativi di telecomunicazioni (Ital-GovSatCom).

**Tabella 4.1 - Appalti in R&S e Appalti PCP. Tabella di sintesi 2009-2018**

Anno	Appalti R&S	Valore (€)	PCP*	Valore (€)	Tot. Appalti	Valore totale (€)
2009	68	78.126.105	/	/	68	78.126.105
2010	46	39.443.755	/	/	46	39.443.755
2011	56	54.216.182	/	/	56	54.216.182
2012	60	50.632.981	/	/	60	50.632.981
2013	61	56.261.639	4	11.865.000	65	68.126.639
2014	47	55.205.379	2	5.600.000	49	60.805.379
2015	56	62.548.553	5	14.308.896	61	76.857.449
2016	39	43.767.923	4	13.126.032	43	56.893.955
2017	34	61.085.100	5	12.677.029	40	73.762.129
2018	49	168.532.872	6	8.205.569	55	176.738.441

Fonte: Nostre elaborazioni su TED e Dati Monitoraggio AgID

### 4.6.3 - Gli attori

A questo punto dell'analisi è interessante capire quali siano i big player nella domanda pubblica d'innovazione. La tabella (4.2) fornisce il dettaglio sulle autorità pubbliche che per valore e numero degli appalti possono essere considerati gli attori che maggiormente hanno inciso nell'acquisto di servizi di ricerca e sviluppo in Italia. Se l'Agenzia Spaziale Italiana ha impegnato più risorse in appalti di ricerca e sviluppo, l'Istituto per lo Sviluppo della Formazione Professionale dei Lavoratori è l'ente che ha pubblicato il maggior numero di gare.

**Tabella 4.2 - Gli attori principali nella domanda di ricerca pubblica (2009-2018)**

Ente	Numero di gare	Valore appalti (€)
Agenzia Spaziale italiana	7	121.907.295
Regione Campania	5	32.541.666
MIUR	5	12.049.545
Regione autonoma della Sardegna	7	10.477.442
Regione Lombardia (NIGUARDA)	6	10.156.048
Istituto per lo Sviluppo della Formazione Professionale dei Lavoratori	18	7.639.640
Enav, Spa	3	5.400.000

Fonte: Nostre elaborazioni su TED e dati monitoraggio AgID

E' interessante notare un certo attivismo delle amministrazioni regionali e in particolar modo della regioni Campania, Sardegna e Lombardia. Questo fatto se da un lato è imputabile al ruolo preponderante che in Italia le amministrazioni regionali e locali hanno nel processo di acquisto di beni e servizi di ricerca rispetto ai principali Paesi europei (il 37% degli appalti di ricerca e sviluppo avviene a livello locale - ved. fig 4.5) e anche in parte attribuibile a una particolare propensione all'innovazione negli appalti di alcune amministrazioni regionali.

Di particolare rilievo è, ad esempio, il ruolo che la regione Lombardia ha assunto nell'innovazione degli appalti pubblici negli ultimi anni. E' una delle poche regioni europee ad aver approvato una normativa (Legge regionale n.29/2016 "La Lombardia è ricerca e innovazione")<sup>20</sup> delle raccomandazioni di policy (Linee Guida) e un target di spesa (3% del totale degli appalti) per dare un maggiore impulso all'uso capillare e strategico degli appalti pubblici, soprattutto nel settore sanitario (il Box 4.1 descrive un appalto della

<sup>20</sup> In particolare l'art. 2 comma IV prevede che "il programma strategico definisca un obiettivo minimo di spesa, non inferiore al 3 per cento delle risorse annualmente stanziare per l'acquisto di beni, servizi e lavori dalla Regione e dal sistema regionale, da destinare all'acquisto di soluzioni innovative e a prodotti della ricerca, anche attraverso gli appalti pre-commerciali e gli appalti verdi. Il programma strategico contiene altresì l'indicazione delle aree prioritarie per le quali ricorrere agli appalti pre-commerciali".

Regione Lombardia che rappresenta una delle più interessanti best practices livello europeo).

#### **BOX 4.1 - PCP-Ospedale Niguarda**

L'Agenzia regionale acquisti Arca su mandato della direzione Generale Università, Ricerca ed Open Innovation della Regione Lombardia, in collaborazione con l'Ospedale Niguarda di Milano, ha lanciato un appalto pre-commerciale per lo sviluppo di una soluzione innovativa per la realizzazione di un nuovo **sistema universale automatizzato per il traino dei letti di degenza**.

Il fabbisogno nasceva da una esigenza all'ospedale Niguarda di efficientare il sistema di trasporti dei letti a causa dell'alto numero di infortuni ed effetti collaterali provocati al personale infermieristico e agli operatori socio-sanitari (si stima una percentuale di invalidità e/o di limitazione funzionale negli operatori socio-sanitari addetti alla movimentazione dei carichi pari al 15-20%). La sfida posta al mondo della ricerca e agli operatori del mercato era lo sviluppo prototipale e la sperimentazione di "sistemi intelligenti", universali ed economici per la movimentazione dei letti di degenza tra corsie e reparti, dotati di sistemi di sicurezza che impediscano le collisioni, anche in percorsi tortuosi, al fine di compararne i vantaggi.

I criteri di gara per la selezione delle proposte si basavano su una metodologia "TLC-PE" (total life-cycle functional and performance description) molto efficace per descrivere il fabbisogno in termini funzionali e prestazionali. In particolare, senza prescrivere le specifiche tecniche di progettazione, si abilitava la proposizione di soluzioni creative ed innovative, indirizzando l'ottimizzazione delle prestazioni lungo tutto il ciclo di vita della soluzione.

Due operatori economici, un'impresa (Oppent S.p.A.) e un consorzio composto di piccole e medie imprese europee ed organismi di ricerca (RTI INFO SOLUTION S.p.A. - Politecnico di Milano - Università degli Studi di Milano Bicocca) hanno superato con successo le prime due fasi dell'appalto pre-commerciale (sviluppo dell'idea e dello studio di fattibilità, progettazione tecnica) hanno prototipato due soluzioni che consentono lo spostamento di letti ospedalieri con un solo operatore, con sistemi anti-collisione e di sicurezza. Una volta che i prodotti saranno commercializzati, si stimano risparmi attesi intorno al 40% per la riduzione del personale adetto al trasporto e per la riduzione dei costi derivanti da infortuni.

Il caso preso in esame sintetizza perfettamente i benefici derivanti dall'implementazione di appalti pre-commerciali<sup>21</sup>:

- Miglioramento della qualità e dell'efficienza dei servizi pubblici con soluzioni innovative;
- Risparmi in termini di costi per la pubblica amministrazione con l'adozione di soluzioni scalabili;
- Emersione di nuovi attori nel mercato (il 75,5% de bandi PCP sono stati vinti da SME contro una media del 29% in media nel procurement tradizionale);
- Forme di collaborazione con le università e i centri di ricerca (nei progetti finanziati da fondi Horizon presenti in partenariato nel 32% dei PCP);
- Si crea crescita e occupazione in Europa (tutti gli offerenti hanno il 100% delle loro attività di ricerca e sviluppo in Europa).

La tabella seguente (4.3) ci consente di analizzare il dato sul numero di appalti in ricerca e sviluppo pubblicati tra il 2009 e il 2018 dalle autorità regionali e locali (regioni, comuni e provincie). L'ultima colonna rapporta il valore medio annuo delle risorse impegnate dalle pubbliche amministrazioni locali alla spesa R&S regionalizzata intra-muros delle PA. Anche in questo caso Campania e Sardegna sono al vertice dell'elenco sia per numero di appalti pubblicati che per valore totale degli appalti. Oltre alle due regioni menzionate, e ad eccezione della Calabria, tutte le regioni ex obiettivo convergenza sono fra le prime dieci per valore totale della spesa pubblica in appalti di ricerca e sviluppo. Ciò è in parte attribuibile alle risorse previste dai fondi strutturali, sia dal Piano di Azione e Coesione 2007-2013 che dall'attuale programmazione comunitaria (82,5 milioni di risorse finanziarie previste nei por FESR). Non è un caso che gli appalti di ricerca e sviluppo delle autorità regionali e locali della Campania, ad esempio, siano stati tutti co-finanziati con risorse comunitarie. Questo dato, in linea con quanto rilevato da Cavallaro, Filippetti, e Tuzi (2018), è un evidente segno dell'importanza

21 Per un'analisi dettagliata dei benefici relativi agli appalti pre-commerciali si veda: "Quantifying the impact of PreCommercial Procurement (PCP) in Europe based on evidence from the ICT sector. A study prepared for the European Commission, DG Communications Networks, Content & Technology by: Sara Bedin; Francesco Decarolis; Elisabetta Iossa.

delle politiche di coesione per il finanziamento della ricerca nelle regioni meridionali.

**Tabella 4.3 - Numero di appalti in ricerca e sviluppo pubblicati dalle autorità regionali e locali (2009-2018)**

Regione	Numero di gare R&S + PCP 2009-2018	Valore totale	Valore medio annuo R&S procurement/ Spesa intramuros R&S P.A.* (%)
Campania	26	61.168.907	3,4
Sardegna	25	24.697.218	3,6
Lombardia	18	21.045.178	0,9
Lazio	8	21.000.000	1,7
Emilia Romagna	9	19.883.683	1,0
Puglia	11	16.368.955	2,0
Sicilia	15	15.941.211	1,4
Piemonte	7	10.649.803	1,1
Basilicata	6	7.651.713	2,7
Veneto	5	6.692.401	0,7
Abruzzo	4	5.211.563	1,3
Toscana	7	4.145.000	0,3

Fonte: Nostre elaborazioni su TED e dati monitoraggio AgID  
\*Valori 2016

## 4.7 - Conclusioni

Nel 2018 il valore totale del procurement di ricerca e sviluppo in Italia ammonta a circa 176 milioni di euro, circa lo 0,15 % del valore totale dei beni e servizi acquistati dalla pubblica amministrazione, stimato in non meno di 150 miliardi di euro (OECD, 2017). Questi dati, se da un lato, evidenziano la marginalità del fenomeno, dall'altro invitano ad una riflessione sul volume di risorse che potenzialmente possono essere assegnate alla domanda pubblica d'innovazione.

Ipotizzando un target di spesa per gli acquisti di ricerca e sviluppo dell'1% del valore totale del procurement nazionale, si arriverebbe ad un incremento annuo di domanda pubblica di R&S di circa 1,35 miliardi (circa 6 volte gli impegni di spesa attuali). In questa ipotesi, l'incidenza del procurement di R&S sul totale spesa pubblica di ricerca e sviluppo finanziata (Università e istituzioni pubbliche) passerebbe dall'1,8% a circa il 16%, mentre la spesa totale in ricerca e sviluppo farebbe registrare un incremento di circa 5,6 p.p., portando il rapporto della R&S sul PIL dal 1,35% al 1,5%.<sup>22</sup>

Il tema delle risorse, e di conseguenza delle scelte programmatiche, assume dunque un'importanza strategica rilevante. Oltre ad immaginare un processo di lungo periodo nel quale parte delle risorse ora destinate al procurement tradizionale possa essere impegnato in acquisti pubblici d'innovazione, è necessaria la previsione di nuovi impegni di spesa che si possano aggiungere, e non sostituire, a quanto fatto oggi dalle pubbliche amministrazioni. Come evidenziato nei paragrafi precedenti, negli ultimi anni, numerose sono state le iniziative in questo senso. Non da ultimo, va ricordato il decreto pubblicato in Gazzetta ufficiale del Ministero dello Sviluppo Economico<sup>23</sup> che mette a disposizione delle pubbliche amministrazioni 50 milioni di euro per finanziare bandi pre-commerciali.

Questi progressi però devono essere necessariamente accompagnati da iniziative che supportino le pubbliche amministrazioni affinché queste possano sviluppare le capacità necessarie per utilizzare nel modo più opportuno le risorse disponibili. Data la natura complessa degli appalti pre-commerciali, dovuta ad ostacoli giuridici e tecnici, non tutte le risorse sono state finora utilizzate. Ad esempio, secondo i dati dell'Agenzia di Coesione, degli 82 milioni di euro previsti nei programmi operativi regionali (2014-2020) solo 22 milioni sono stati utilizzati per la pubblicazione di appalti innovativi.

Appare dunque necessaria l'adozione di un **Piano nazionale** sul procurement d'innovazione che preveda azioni di supporto e coordinamento che possano incidere sui processi e sulle competenze delle pubbliche amministrazioni, scalfendo l'inerzia delle autorità contraenti e riorientando i processi di spesa. Sebbene in questa direzione si stia muovendo il lavoro dell'A-

22 Elaborazioni su Dati ISTAT (2017)

23 MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO DECRETO 31 gennaio 2019. Assegnazione di risorse del Fondo per la crescita sostenibile per l'attuazione di bandi di domanda pubblica intelligente. (19A01799) (GU Serie Generale n.67 del 20-03-2019)

genzia per l'Italia Digitale, altri passi in avanti devono necessariamente essere compiuti. Il piano, finanziabile con le tante risorse ancora da utilizzare del PON Governance e capacità istituzionale<sup>24</sup>, dovrebbe ad esempio prevedere *i*) target di spesa (sia per le amministrazioni centrali che per quelle locali) *ii*) obiettivi strategici (sia settoriali che orizzontali) *iii*) incentivi finanziari ai *public procurer* per ridurre la loro avversione al rischio e *iv*) un sistema di monitoraggio e valutazione che possa contribuire a efficientare i processi di acquisto.

---

24 Secondo i dati del Monitoraggio del Ministero dell'Economia e delle finanze, al 31 dicembre 2018 gli impegni di spesa del *PON Governance e capacità istituzionale* erano ferme al 41% del totale delle risorse programmate del FESR e al 33% dell'FSE.

## Riferimenti bibliografici

- Aho, E., Cornu, J., Georghiou, L. e Subira, A. 2006. *Creating an Innovative Europe*. Report of the Independent Expert Group on R&D and Innovation appointed following the Hampton Court Summit and chaired by Mr. Esko Aho. European Communities, Brussels, January 2006.
- Appelt, S. e Galindo-Rueda F. 2016. *Measuring the Link between Public Procurement and Innovation*, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2016/03, OECD Publishing, Paris.
- Cabral, L., Cozzi, G., Denicolo, V., Spagnolo G. e Zanza, M. 2006. *Procuring innovations*, in «Handbook of Procurement» ed. by Dimitri, N., G. Piga and G. Spagnolo, Cambridge University press.
- Cave, J., Frinking, E. 2007. *Public procurement for R&D*, University of Warwick, 24.
- Cavallaro, C., Filippetti, A. e Tuzi, F. 2018. *Le politiche regionali sulla promozione della ricerca e dell'innovazione nell'ambito della politica di coesione europea*, in Archibugi, D., Tuzi, F. (a cura di), *Relazione sulla ricerca e l'innovazione. Analisi e dati di politica della scienza e della tecnologia*, CNR Edizioni, Roma, ISBN.
- Commissione Europea, 2005. *Public Procurement for Research and Innovation*, Export Group Report Developing procuring practices favourable to R&D and innovation, September 2005 (the "Wilkinson report").
- Commissione Europea, 2007. *Pre-commercial Procurement: Driving Innovation to Ensure High Quality Public Services in Europe*. Commission of the European Communities, Information Society DG. COM(2007)799 final.
- Commissione europea, 2010. *Europe 2020 Flagship Initiative - Innovation Union*, COM (2010)546 final.
- Dipartimento per la digitalizzazione della pubblica amministrazione e l'innovazione tecnologica, 2012. *Gli appalti pubblici pre-commerciali. Istruzioni per l'uso*, Digital Agenda Italia, Edizioni Forum PA.

- Edler, J., Ruhland, S., Hafner, S., Rigby, J., Georghiou, L., Hommen, L., Rolfstam, M., Edquist, C., Tsipouri, L. e Papadakou, M. 2005. *Innovation and Public Procurement. Review of Issues at Stake*. Study for the European Commission (No ENTR/03/24). Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research.
- Edler, J. e Georghiou, L. 2007. *Public procurement and innovation – resurrecting the demand side*, in «Research Policy», 36(7): 949-963.
- Edler, J. Cunningham, P., Gok, A., Li, Y. e Shapira, P. 2016. *Handbook of Innovation Policy impact*, Edward Elgar. Eu-SPRI Forum on Science, Technology and Innovation policy.
- Edquist, C. e ZabalaIturriagoitia, J. M. 2012. *Public procurement for innovation as mission-oriented innovation policy*, Research Policy 41 (2012) 1757-1769.
- Edquist, C., e Hommen, L. 2000. *Public technology procurement and innovation theory*, in Edquist, C., Hommen, L., and Tsipouri, L. (Eds.), *Public technology procurement and innovation* (pp. 5-70). Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- Flanagan, K. Uyarra e E. Laranja, M. 2011. *Reconceptualising the ‘policy mix’ for innovation*. Research Policy 40 (5), 702-713.
- Gok, A., Li, Y., Cunningham, P., Edler, J. e Laredo, P. 2016. *Towards a Taxonomy of Science and Innovation Policy Instruments*. Paper presented at 2016 Annual Conference of the Eu-SPRI Forum, Lund, Sweden.
- Guerzoni, M. e Ranieri, E. 2015. *Demand-side vs. supply-side technology policies: Hidden treatment and new empirical evidence on the policy mix*. Research Policy, 2015, vol. 44, issue 3, 726-747.
- Kaiser, R. e Kripp, M. 2010. *Demand-orientation in National Systems of innovation: A critical review of current European innovation policy concepts*. Paper presented at the Summer Conference 2010 on "Opening Up Innovation: Strategy, Organization and Technology" at Imperial College London Business School, June 16 - 18, 2010.
- Ministero dell'economia e delle finanze. Dipartimento della Ragioneria generale dello stato, (2018) *Monitoraggio Politiche di Coesione Programmazione 2014-2020*. Situazione al 31 dicembre 2018.

OECD, 2017. *Public Procurement for Innovation Good Practices and Strategies*, In series: OECD Public Governance Review, June 02, 2017.

Report of the Independent Expert Group lead by DTI – conducted for DG RTD, 2005. 'Public Procurement for research and innovation: Developing procurement practices favourable to research and innovation' September.

## Appendice

### Definizioni

Allo scopo di definire con maggiore dettaglio l'oggetto dell'analisi, in questa appendice forniamo delle definizioni che consentano di distinguere le diverse tipologie di appalto.

Per **appalti di ricerca e sviluppo** la direttiva 2014/24 fa riferimento ai contratti pubblici ove sono soddisfatte entrambe le condizioni seguenti: *a) i risultati appartengono esclusivamente all'amministrazione aggiudicatrice perché li usi nell'esercizio della sua attività b) la prestazione del servizio è interamente retribuita dall'amministrazione aggiudicatrice*. Per ricerca e sviluppo si intende oltre alla ricerca di base, la ricerca applicata e lo sviluppo sperimentale. Lo sviluppo sperimentale, può, secondo le regole dell'Organizzazione mondiale del commercio continuare fino allo sviluppo di un primo prodotto o servizio al fine di incorporare i risultati della ricerca in un prototipo.

**L'appalto pubblico pre-commerciale (PCP)**, pur avendo per oggetto servizi di ricerca e sviluppo, è finalizzato a promuovere l'innovazione tecnologica tramite l'acquisto "non in esclusiva". L'approccio prevede la condivisione dei rischi e dei benefici alle condizioni di mercato tra acquirente pubblico e soggetti aggiudicatari dell'appalto, in virtù della quale diverse imprese sono chiamate a sviluppare, in modo parallelo e concorrente, soluzioni innovative - quindi non ancora presenti sul mercato - idonee a fronteggiare le esigenze e le sfide poste dal settore pubblico (COM/2007/799).

Gli elementi caratterizzanti della procedura sono dunque: i) condivisione di rischi e opportunità tra soggetto appaltante e fornitore; ii) condivisione dei diritti di proprietà intellettuali sui risultati dell'appalto, con il vincolo che essi non possono appartenere esclusivamente alla stazione appaltante; iii) sviluppo competitivo per fasi.<sup>25</sup>

In pratica, con la procedura di appalto pre-commerciale i committenti pubblici sfidano gli attori sul mercato, attraverso un processo aperto, trasparente e competitivo, allo scopo di sviluppare nuove soluzioni per rispondere

---

25 (COM/799/2007)

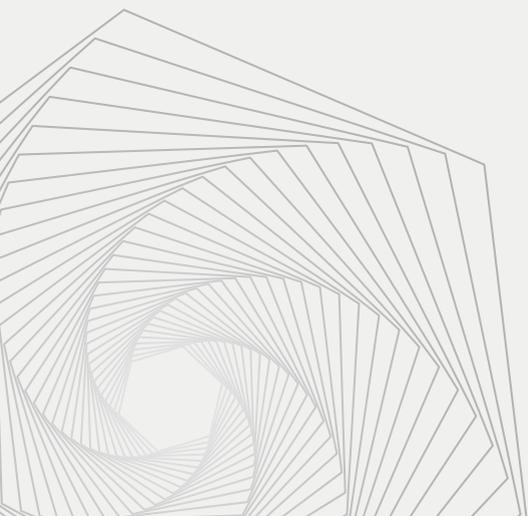
ad una sfida tecnologicamente impegnativa che richiede nuovi servizi di ricerca e sviluppo. Va sottolineato che l'appalto riguarda l'acquisto di servizi di ricerca e sviluppo, ma non l'acquisto di volumi commerciali di beni e servizi (perché la ricerca e lo sviluppo si limitano allo sviluppo di un numero limitato di prodotti/servizi necessari per testare che la soluzione soddisfi la necessità di approvvigionamento iniziale). Nel caso in cui i volumi commerciali di beni o servizi debbano essere acquistati, ciò dovrebbe essere basato su una procedura di appalto separata.

La terza dimensione del procurement dell'innovazione, che sfugge alla presente trattazione per i motivi predetti, è **l'acquisto di soluzioni innovative (PPI)** che avviene quando le procedure di appalto pubblico esistenti (ad esempio, procedura aperta, dialogo competitivo, procedura negoziata) vengono utilizzate per acquistare soluzioni innovative che non sono ancora disponibili su base commerciale su vasta scala. In questo caso, l'amministrazione aggiudicatrice pubblica agisce come "launch customer" o "early adopter".

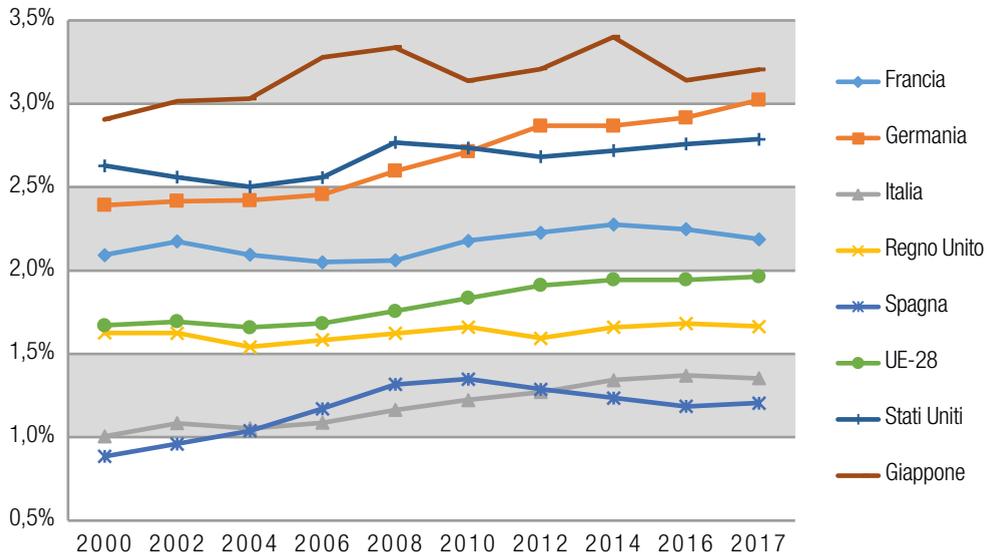


# 5

## **GLI INDICATORI DELLA RICERCA E DELL'INNOVAZIONE: TABELLE E FIGURE**



**Figura 5.1 - La spesa per R&S in rapporto percentuale al Prodotto Interno Lordo (PIL) in alcuni paesi dell'OCSE dal 2000 al 2017**



Fonte: OECD, Main Science and Technology Indicators database da OECD.Stat. Dati estratti a Maggio 2019.

Nota: i dati del 2017 sono previsioni.

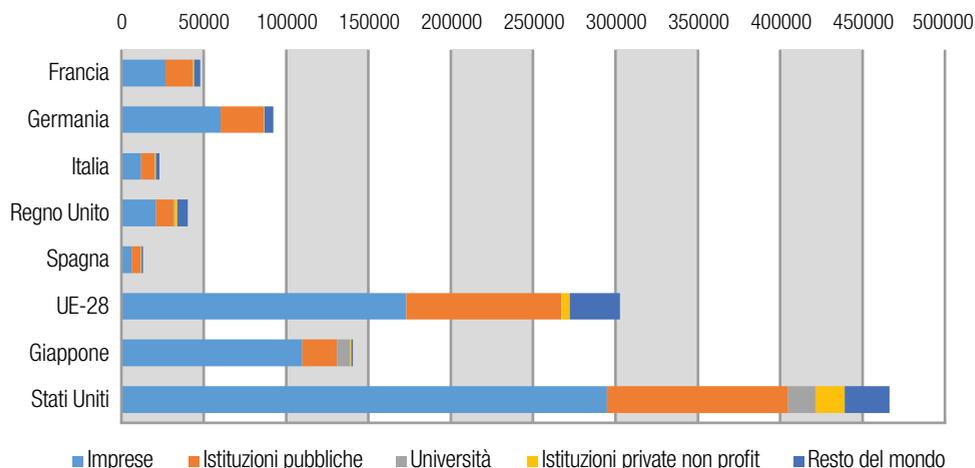
**Tabella 5.1 - La spesa per R&S in alcuni paesi dell'OCSE dal 2000 al 2017**

Paese/Anno	2000	2004	2008	2012	2016	2017
Francia	43.156	46.173	48.594	53.297	55.881	55.582
Germania	70.068	72.449	84.726	95.746	104.009	110.085
Italia	20.228	21.992	25.125	25.777	27.934	28.014
Regno Unito	10.565	14.122	20.306	18.403	18.047	18.892
Spagna	31.324	33.115	37.670	37.149	42.910	43.217
UE-28	238.548	257.175	301.635	325.284	352.478	364.845
Giappone	122.177	132.875	151.735	145.774	149.438	155.104
Stati Uniti	331.761	346.488	415.124	417.455	468.378	483.676

Fonte: OECD, Main Science and Technology Indicators database da OECD.Stat. Dati estratti a Maggio 2019. Unità: milioni di dollari USA (valori assoluti a prezzi costanti, base 2010).

Nota: i dati EU28 sono stimati. I dati del 2017 sono previsioni.

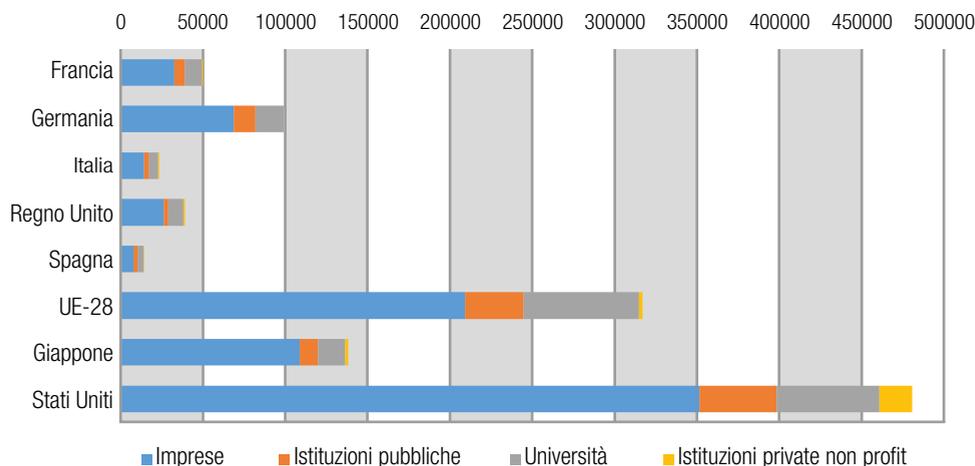
Figura 5.2 - La spesa per R&S per settore di finanziamento in alcuni paesi dell'OCSE nel 2016



Fonte: EUROSTAT, Research and Development database, Dati estratti a Maggio 2019. Unità: milioni di euro a prezzi correnti.

Nota: il dato della Francia si riferisce al 2014; i dati USA sono previsioni; il dato sulle Università non è disponibile per la Germania e per l'EU28. I dati del 2017 non sono disponibili in forma disaggregata.

Figura 5.3 - La spesa per R&S per settore di esecuzione in alcuni paesi dell'OCSE nel 2017



Fonte: EUROSTAT, Research and Development database. Dati estratti a Maggio 2019. Unità: milioni di euro a prezzi correnti.

Nota: Per la Germania il dato sulle Istituzioni private non-profit non è disponibile.

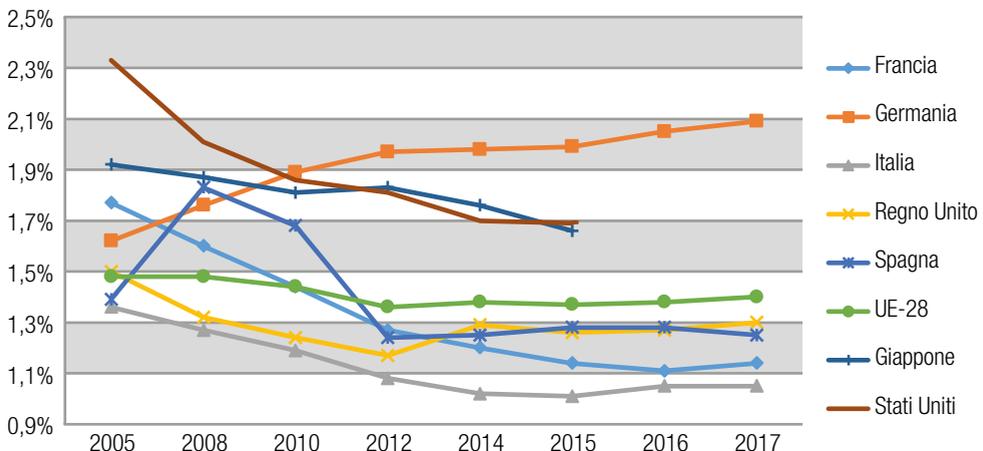
**Tabella 5.2 - La spesa per R&S per settore di finanziamento e settore di esecuzione in Italia nel 2016**

Per settore di esecuzione	Per settore di finanziamento					
	Imprese	Istituzioni pubbliche	Università	Istituzioni private non-profit	Resto del mondo	Totale
Imprese	11.851,9	491,0	4,2	15,0	1.725,7	14.088,2
Istituzioni pubbliche	109,2	2.567,3	17,2	59,7	157,8	2.911,3
Università	72,9	4.963,7	183,8	81,1	295,5	5.597,0
Istituzioni private non profit	32,9	142,0	2,1	317,1	81,4	575,2
<b>Totale</b>	<b>12.067,0</b>	<b>8.163,8</b>	<b>207,3</b>	<b>473,1</b>	<b>2.260,5</b>	<b>23.172,0</b>

Fonte: EUROSTAT, Research and Development database. Dati estratti a Maggio 2019. Unità: milioni di euro (valori assoluti a prezzi correnti).

Nota: nel 2016 EUROSTAT segnala un'interruzione della serie storica, l'ISTAT segnala che a partire da tale anno sono state introdotte alcune innovazioni metodologiche finalizzate a migliorare la qualità dei dati diffusi, in particolare sull'attività di R&S nelle imprese la popolazione di riferimento era composta 21.133 imprese, in aumento di circa il 18% rispetto all'edizione precedente (Ricerca e Sviluppo in Italia, 2018); i dati del 2017 non sono disponibili in forma disaggregata.

**Figura 5.4 - Gli stanziamenti pubblici per R&S in rapporto percentuale alla spesa pubblica totale in alcuni paesi dell'OCSE dal 2005 al 2017**



Fonte: EUROSTAT, Research and Development database. Dati estratti a Maggio 2019.

Nota: il primo anno disponibile per l'Italia è il 2005. Il dato 2016 e 2017 non è disponibile per Giappone e Stati Uniti. I dati del 2017 sono previsioni.

Tabella 5.3 – Stanziamenti del MIUR agli Enti Pubblici di Ricerca dal 2002 al 2018

	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017	2018
ASI	637,90	630,46	605,98	601,17	574,99	502,79	534,89	535,00	533,01	538,25
CNR	578,34	585,01	545,24	565,94	624,17	639,37	586,07	555,49	562,77	602,34
AREA DI TRIESTE	5,31	8,10	8,00	8,49	22,40	35,73	26,64	22,82	22,45	26,46
INRIM	9,97	12,57	20,00	20,42	21,77	19,35	19,92	19,38	19,50	20,73
STUDI GERMANICI	0,52	0,70	0,80	0,79	0,77	0,68	1,16	1,12	1,21	1,29
INDAM	2,12	2,53	2,48	2,57	3,02	2,50	2,67	2,56	2,61	2,76
INAF	8,15	51,77	83,85	92,59	103,28	91,49	87,97	86,97	87,81	98,65
INFN	286,63	280,28	272,02	281,76	308,20	278,25	276,65	260,13	260,99	279,13
INGV	21,45	37,08	49,22	59,51	57,56	49,21	51,67	55,18	57,57	65,63
OGS	10,90	13,56	13,26	15,12	17,84	16,98	17,67	17,32	17,41	18,69
CENTRO FERMI	1,03	1,99	2,11	2,09	2,10	1,90	1,86	1,79	1,88	2,01
SZN	12,78	14,27	14,61	14,88	15,33	14,72	15,21	14,65	13,19	14,01
<b>TOTALE</b>	<b>1.575,09</b>	<b>1.638,31</b>	<b>1.617,57</b>	<b>1.665,34</b>	<b>1.751,44</b>	<b>1.652,96</b>	<b>1.622,38</b>	<b>1.572,40</b>	<b>1.580,38</b>	<b>1.669,94</b>

Elaborazione IRCrES sugli stanziamenti agli EPR del Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca: /hubmiur.pubblica.istruzione.it/web/ri-cerca/enti-di-ricerca/finanziamenti e Decreti Ministeriali. Dati estratti a Maggio 2019. Unità: milioni di euro (valori assoluti a prezzi correnti).

Nota: ASI - Agenzia Spaziale Italiana; CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche; Area di Trieste - Area Science Park; INRIM - Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica; Studi Germanici - Istituto Italiano di studi germanici; INDAM - Istituto Nazionale di Alta Matematica "F. Severi"; INAF - Istituto Nazionale di Astrofisica; INFN - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare; INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; OGS - Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale; Centro FERMI - Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche Enrico Fermi; SZN - Stazione Zoologica Anton Dohrn. Il dato del 2002 per l'INAF è parziale.

Tabella 5.4 – Entrate accertate di altri Enti di Ricerca dal 2002 al 2017

	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017
<b>ENEA</b>	217,41	197,90	196,00	160,38	187,31	158,71	151,88	189,24	192,89
<b>ISS</b>	114,56	103,52	106,82	117,06	111,40	107,21	101,24	98,38	103,40
<b>IIT</b>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	100,00	98,70	97,48	98,58	96,48
<b>CREA</b>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	113,78*	120,25	110,44	125,30	137,26
<b>ISTAT</b>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	293,68	176,35	196,76	176,74	182,56
<b>ISPRA</b>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	83,19	84,88	85,42	81,29	81,29

Elaborazione IRCrES sulle entrate accertate (al lordo delle restituzioni previste dalla spending review) dalle seguenti fonti: ENEA, consuntivi ENEA <http://www.enea.it/it/amministrazione-trasparente/bilanci/bilancio-preventivo-e-consuntivo>; ISS, consuntivi ISS <https://amministrazionetrasparente.iss.it/?tipologie=bilancio-preventivo-e-consuntivo> e relazioni Corte dei Conti; IIT, <https://www.iit.it/it/istituto/bilancio>; CREA, <http://trasparenza.crea.gov.it/?q=node/12>; ISTAT, consuntivi ISTAT <https://www.istat.it/it/amministrazione-trasparente/bilanci>; ISPRA, consuntivi ISPRA <http://www.isprambiente.gov.it/it/amministrazione-trasparente/bilanci>. Unità: milioni di euro (valori assoluti a prezzi correnti).

Nota: ENEA - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile; ISS - Istituto Superiore di Sanità; IIT - Istituto Italiano di Tecnologia; CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria; ISTAT - Istituto Italiano di Statistica; ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Per il CREA il primo anno disponibile è il 2009\*. Per l'IIT, l'ISTAT e l'ISPRA il primo anno disponibile è il 2010. Per l'ISS, il finanziamento ordinario corrisponde alla dicitura "fondo di funzionamento" e dal 2011 l'importo è dato dalla somma di due voci, il fondo di funzionamento e le spese obbligatorie. Per l'ISTAT nel 2012 gli accertamenti totali sono 453,35 milioni di euro che includono oltre al contributo ordinario riportato in tabella, la somma dei contributi per i censimenti pari a 277 milioni di euro. n.d. = non disponibile.

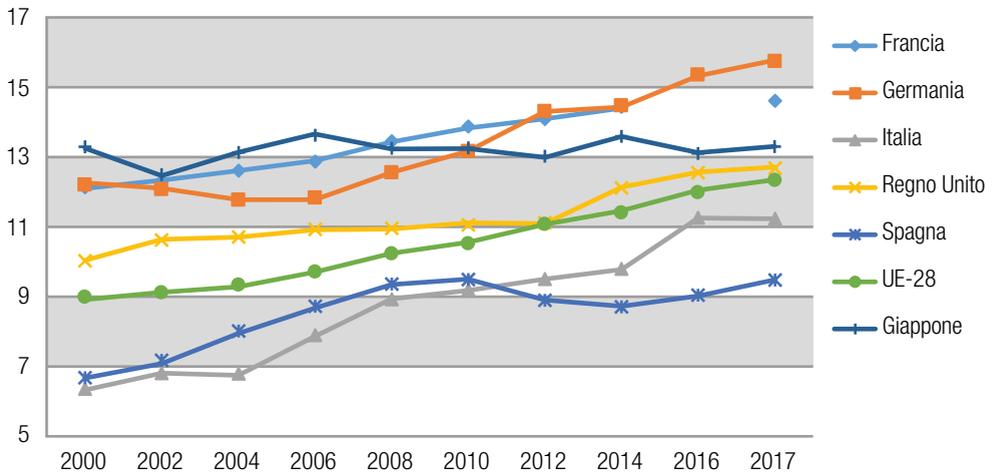
Tabella 5.5 - La spesa per R&amp;S per settore istituzionale e regione in Italia nel 2016

	Imprese	Istituzioni pubbliche (escluse università pubbliche)	Università (pubbliche e private)	Istituzioni private non profit	Totale	Privato	Pubblico
Piemonte	2.297	100	389	79	2.864	2.376	488
Valle d'Aosta	19	1	4	2	26	21	5
Liguria	447	154	140	9	749	456	293
Lombardia	3.501	236	765	255	4.757	3.756	1.001
Trentino Alto Adige	208	80	128	29	446	238	208
Prov. Bolzano	97	2	30	22	151	119	32
Prov. Trento	111	79	98	7	295	118	176
Veneto	1.397	94	483	16	1.989	1.413	577
Friuli-Venezia Giulia	312	101	162	6	581	318	263
Emilia-Romagna	2.288	193	528	14	3.023	2.302	721
Toscana	794	153	507	24	1.479	819	660
Umbria	76	16	131	n.d.	n.d.	76	146
Marche	264	15	140	0	419	264	155
Lazio	1.238	1.233	588	68	3.127	1.306	1.821
Abruzzo	144	40	136	2	321	145	176
Molise	43	2	19	n.d.	n.d.	43	21
Campania	544	181	515	32	1.272	577	695
Puglia	203	83	298	23	606	226	380
Basilicata	15	29	24	n.d.	n.d.	15	53
Calabria	32	17	138	0	187	32	155
Sicilia	224	117	333	13	687	237	450
Sardegna	42	68	171	1	282	43	239
<b>Italia</b>	<b>14.088</b>	<b>2.911</b>	<b>5.597</b>	<b>575</b>	<b>23.172</b>	<b>14.663</b>	<b>8.508</b>

Elaborazione IRCrES su dati ISTAT, Statistiche su Ricerca e sviluppo da I.Stat. Dati estratti a Maggio 2019. Unità: milioni di euro a prezzi correnti.

Nota: i dati relativi alla spesa per R&S delle istituzioni private non-profit in Umbria, Molise e Basilicata non sono resi disponibili in quanto coperti da vincolo di confidenzialità. A partire dall'anno 2016 sono state introdotte alcune innovazioni metodologiche finalizzate a migliorare la qualità dei dati diffusi, in particolare sull'attività di R&S nelle imprese la popolazione di riferimento era composta 21.133 imprese, in aumento di circa il 18% rispetto all'edizione precedente (Ricerca e Sviluppo in Italia, 2018).

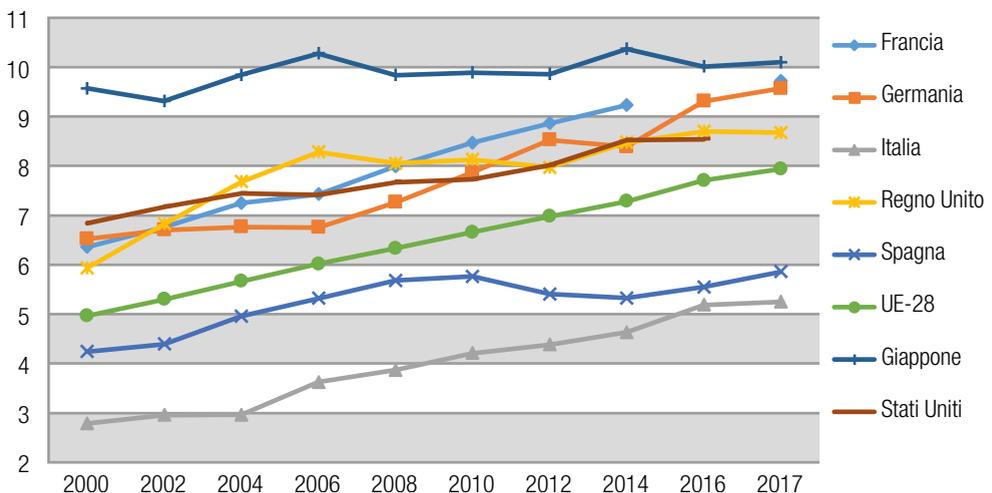
**Figura 5.5 - Il personale addetto alla R&S in rapporto a mille unità di forza lavoro in alcuni paesi dell'OCSE dal 2000 al 2017**



Fonte: OECD, Main Science and Technology Indicators database da OECD.Stat. Dati estratti a Maggio 2019.

Nota: dato non disponibile per gli Stati Uniti. Dato 2016 non disponibile per la Francia. I dati del 2017 sono previsioni.

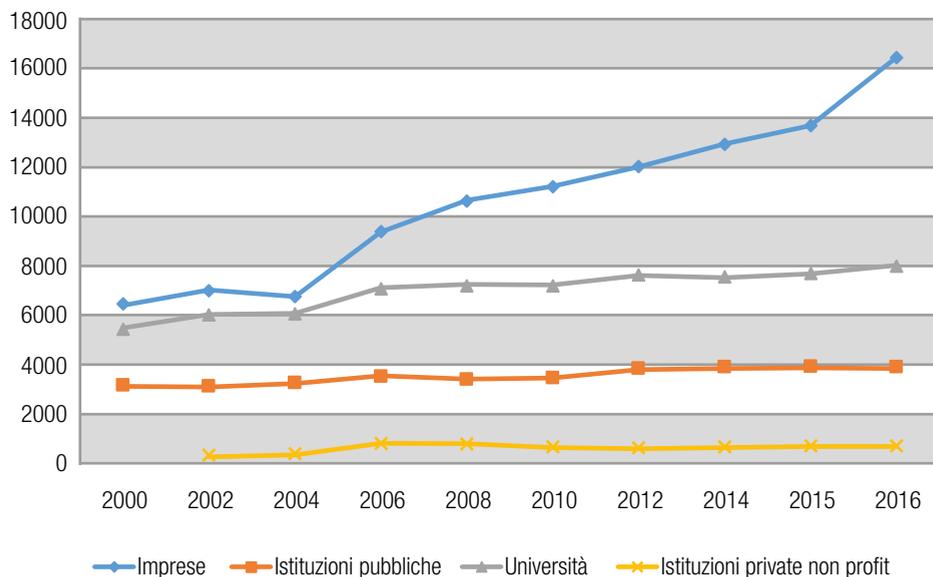
**Figura 5.6 - I ricercatori in rapporto a mille unità di forza lavoro in alcuni paesi dell'OCSE dal 2000 al 2017**



Fonte: OECD, Main Science and Technology Indicators database da OECD.Stat. Dati estratti a Maggio 2019.

Nota: il dato 2016 non è disponibile per la Francia. L'ultimo anno disponibile per gli Stati Uniti è il 2016. I dati 2017 sono previsioni.

Figura 5.7 - Il personale addetto alla R&amp;S in unità ETP per settore istituzionale in Italia dal 2000 al 2016



Fonte: Istat, *Ricerca e sviluppo in Italia, anni vari, Tavola 8, Statistiche su Ricerca e sviluppo da I.Stat. Dati estratti a Maggio 2019.*

Nota: il dato del 2000 per istituzioni private non-profit non è disponibile; il dato del 2006 non è disponibile per alcun settore ed è stato sostituito con quello del 2007. A partire dall'anno 2005 è stata modificata la procedura di stima del personale di R&S nelle Università. In particolare, sono stati inclusi tra i ricercatori gli assegnisti di ricerca non considerati negli anni precedenti. A partire dall'anno 2016 sono state introdotte alcune innovazioni metodologiche finalizzate a migliorare la qualità dei dati diffusi, in particolare sull'attività di R&S nelle imprese e la popolazione di riferimento era composta 21.133 imprese, in aumento di circa il 18% rispetto all'edizione precedente (*Ricerca e Sviluppo in Italia, 2018*).

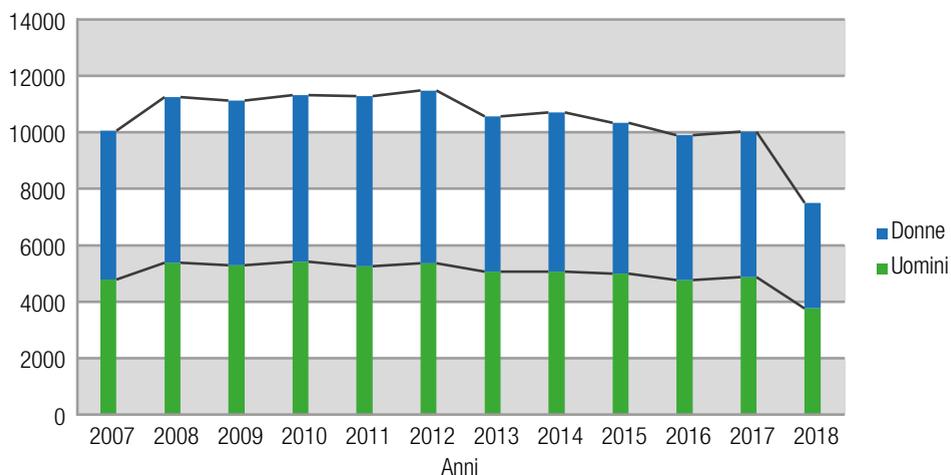
**Tabella 5.6 - Totale dottori di ricerca in Italia per ambito disciplinare dal 2007 al 2018**

	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2018
Scienze matematiche e informatiche	290	373	442	391	388	467	319
Scienze fisiche	557	523	527	481	556	572	441
Scienze chimiche	583	590	529	442	492	629	415
Scienze della Terra	254	218	216	185	185	149	139
Scienze biologiche	1212	1384	1269	1275	1325	965	690
Scienze mediche	1303	1551	1609	1428	1386	1123	976
Scienze agrarie e veterinarie	663	764	719	660	657	502	360
Ingegneria civile ed Architettura	738	815	841	770	729	786	629
Ingegneria industriale e dell'informazione	1094	1251	1218	1296	1378	1420	1215
Scienze dell'antichità, filologico-letterarie e storico-artistiche	946	908	983	937	784	808	611
Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche	844	944	1126	919	829	838	536
Scienze giuridiche	694	905	890	919	809	877	560
Scienze economiche e statistiche	580	566	557	550	549	663	429
Scienze politiche e sociali	294	339	354	308	278	220	182
<b>Totale</b>	<b>10052</b>	<b>11131</b>	<b>11280</b>	<b>10561</b>	<b>10345</b>	<b>10019</b>	<b>7502</b>

Fonte: Elaborazione IRPPS su dati MIUR-CINECA 2018. I dati si riferiscono alla prima opzione disciplinare indicata dai dottori di ricerca.

Nota: i dati relativi al 2018 sono da considerarsi parziali.

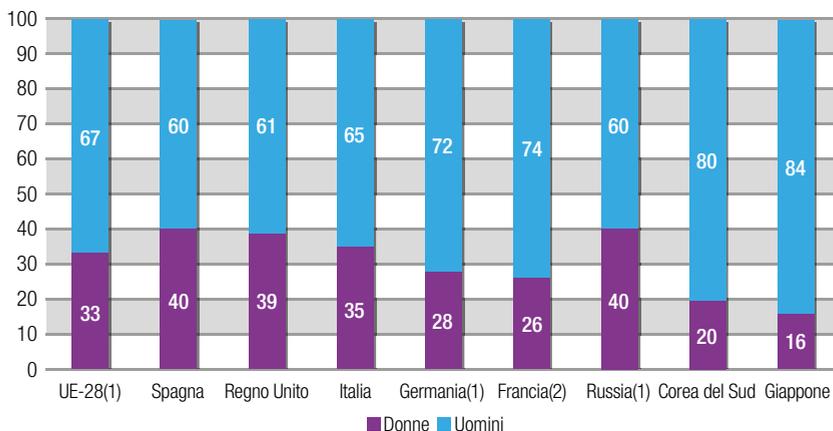
Figura 5.8 - Dottori di ricerca in Italia per genere, valori assoluti, anni vari



Fonte: Elaborazione IRPPS su dati MIUR-CINECA 2018.

Nota: i dati relativi al 2018 sono da considerarsi parziali e il numero dei dottorati è destinato ad aumentare per via del ritardo con cui alcuni atenei forniscono le informazioni.

Figura 5.9 - Distribuzione per genere dei ricercatori in alcuni paesi OCSE, valori percentuali, 2016

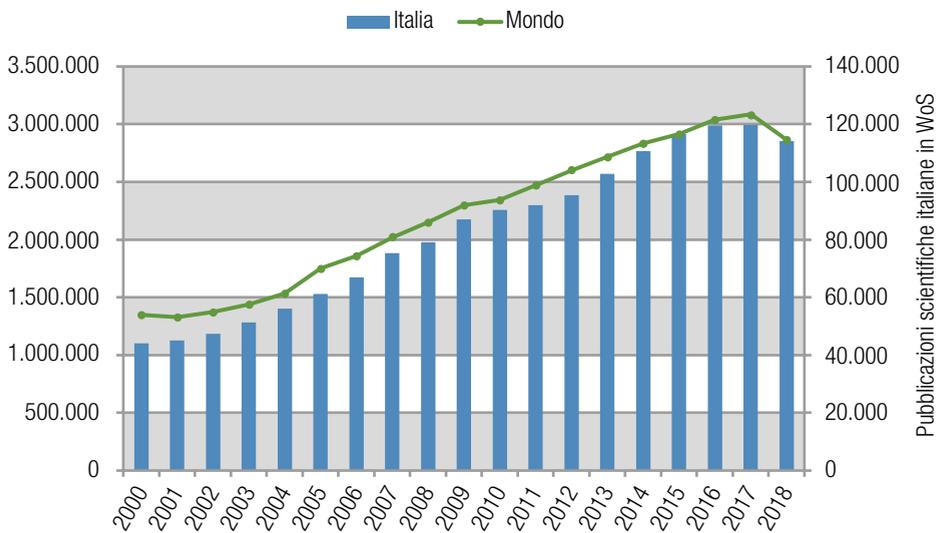


Fonte: Fonte: EUROSTAT 2019, Total R&D researchers, all sectors, head count

(1) 2015

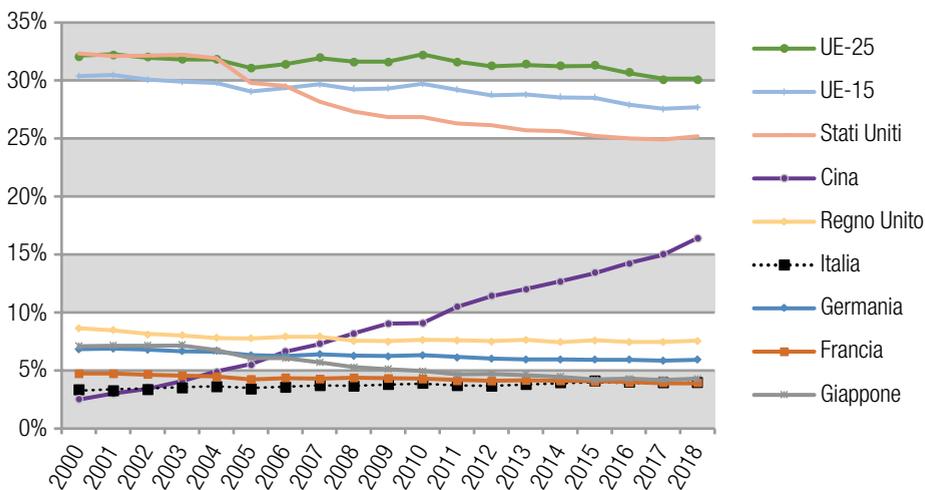
(2) 2014

Figura 5.10 - Pubblicazioni scientifiche indicizzate in Web of Science (WoS)



Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 29 Marzo 2019).

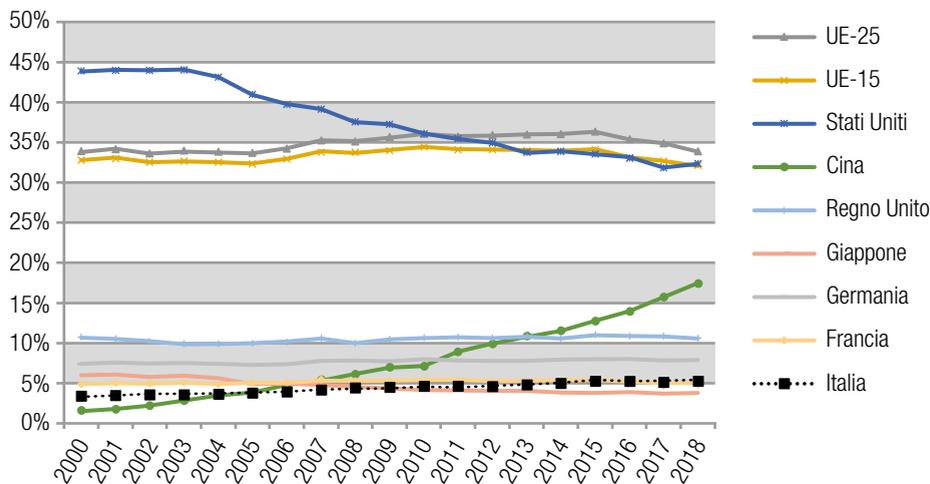
Figura 5.11 - Quote di pubblicazioni scientifiche mondiali per paese



Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 29 Marzo 2019).

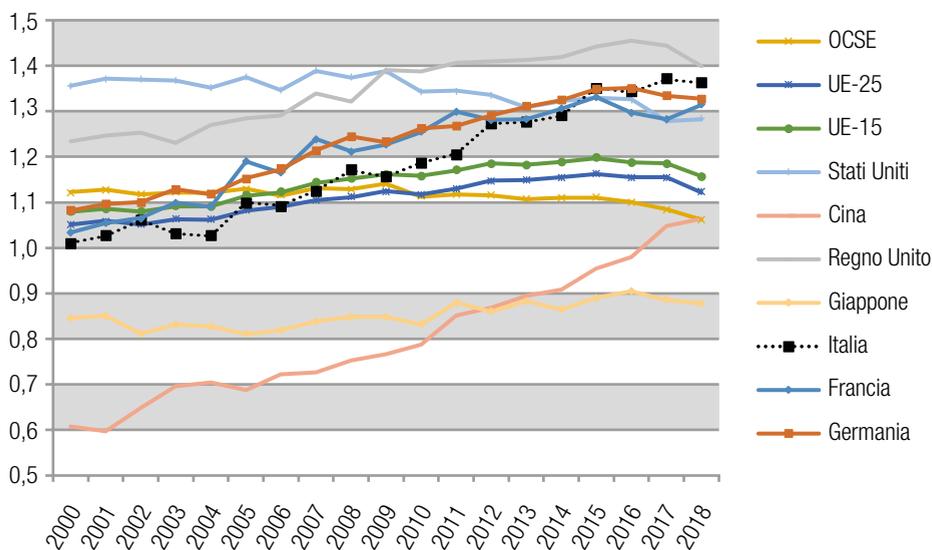
Legenda: EU-25: Austria, Belgio, Cipro, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda del Nord, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Olanda, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Ungheria. EU-15: Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda del Nord, Italia, Lussemburgo, Olanda, Portogallo, Regno Unito, Spagna, Svezia.

Figura 5.12 - Quote di citazioni (normalizzate) totali mondiali per paese



Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 29 Marzo 2019).  
 Legenda: per EU-25 e EU-15, vedi Figura 5.11.

Figura 5.13 - Citazioni medie (normalizzate) per pubblicazione per paese



Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 29 Marzo 2019).  
 Legenda: per EU-25 e EU-15, vedi Figura 5.11.

**Tabella 5.7 - Domande di brevetto depositate presso l'Ufficio Europeo dei Brevetti, principali paesi industrializzati, 2000-2018**

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Stati Uniti	28.350	39.508	35.050	35.268	34.011	36.668	42.597	40.032	42.463	43.612
Germania	20.057	27.328	26.202	27.249	26.510	25.633	24.807	24.932	25.539	26.734
Giappone	17.117	21.626	20.418	22.490	22.405	22.118	21.421	20.943	21.774	22.615
Francia	6.789	9.575	9.617	9.897	9.835	10.614	10.760	10.484	10.619	10.317
Cina	162	2.061	2.542	3.751	4.075	4.680	5.728	7.092	8.641	9.401
Svizzera	3.602	6.864	6.553	6.746	6.742	6.910	7.116	7.302	7.354	7.927
Corea del Sud	977	4.732	4.891	5.721	6.333	6.166	6.407	6.687	6.457	7.296
Paesi Bassi	4.477	5.965	5.627	5.067	5.852	6.874	7.147	6.860	7.043	7.140
Regno Unito	4.270	5.381	4.746	4.716	4.587	4.764	5.051	5.175	5.321	5.736
Italia	3.195	4.078	3.970	3.744	3.706	3.649	3.986	4.154	4.360	4.399
Svezia	2.314	3.690	3.638	3.518	3.674	3.873	3.839	3.547	3.783	4.050
Spagna	532	1.430	1.404	1.544	1.504	1.471	1.518	1.574	1.671	1.776
<b>Totale mondo</b>	<b>116.649</b>	<b>151.015</b>	<b>142.822</b>	<b>148.562</b>	<b>148.027</b>	<b>152.703</b>	<b>160.004</b>	<b>159.087</b>	<b>166.594</b>	<b>174.317</b>
<b>Quota Italia/mondo</b>	<b>2,74%</b>	<b>2,70%</b>	<b>2,78%</b>	<b>2,52%</b>	<b>2,50%</b>	<b>2,39%</b>	<b>2,49%</b>	<b>2,61%</b>	<b>2,62%</b>	<b>2,52%</b>

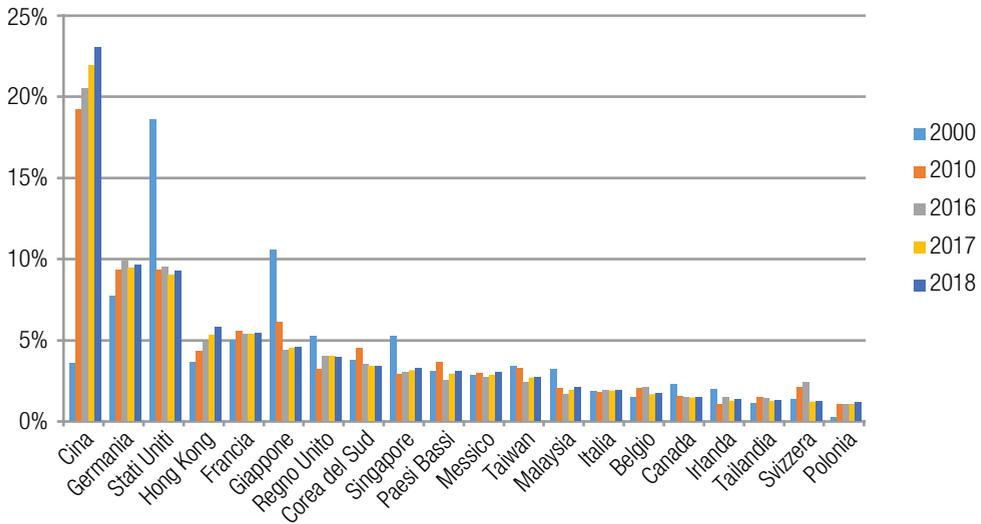
Fonte: elaborazione ISSIRFA-CNR su dati UEB. Nota: I dati si riferiscono alle domande di brevetto depositate presso l'UEB (domande europee dirette e domande internazionali tramite PCT entrate nella fase europea).

**Tabella 5.8 - Domande di brevetto ogni 100.000 abitanti depositate presso l'Ufficio Europeo dei Brevetti, principali paesi industrializzati, 2000-2018**

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Svizzera</b>	52,3	82,1	84,9	83,5	84,1	84,5	85,8	86,9	88,7	95,6
<b>Paesi Bassi</b>	31,0	36,8	33,3	32,9	35,3	39,3	41,1	41,3	41,4	42,0
<b>Svezia</b>	27,3	36,9	37,9	37,9	38,4	39,1	38,3	37,8	38,7	41,4
<b>Germania</b>	25,1	32,1	33,5	33,1	32,8	31,7	30,8	30,9	31,6	33,1
<b>Giappone</b>	14,6	16,1	16,8	17,1	17,5	17,3	16,9	16,6	17,1	17,7
<b>Francia</b>	11,1	14,4	14,8	14,9	15,3	15,7	16,0	15,8	15,8	15,4
<b>Corea del Sud</b>	2,3	9,3	10,3	11,3	12,1	12,5	12,8	13,0	12,7	14,3
<b>Stati Uniti</b>	10,4	11,6	11,7	11,1	11,2	11,8	12,4	12,7	13,1	13,4
<b>Regno Unito</b>	7,7	7,9	7,8	7,4	7,3	7,4	7,7	7,8	8,1	8,8
<b>Italia</b>	5,7	6,7	6,6	6,4	6,1	6,2	6,5	6,7	7,2	7,2
<b>Spagna</b>	1,3	2,9	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,2	3,5	3,7
<b>Cina</b>	0,0	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7

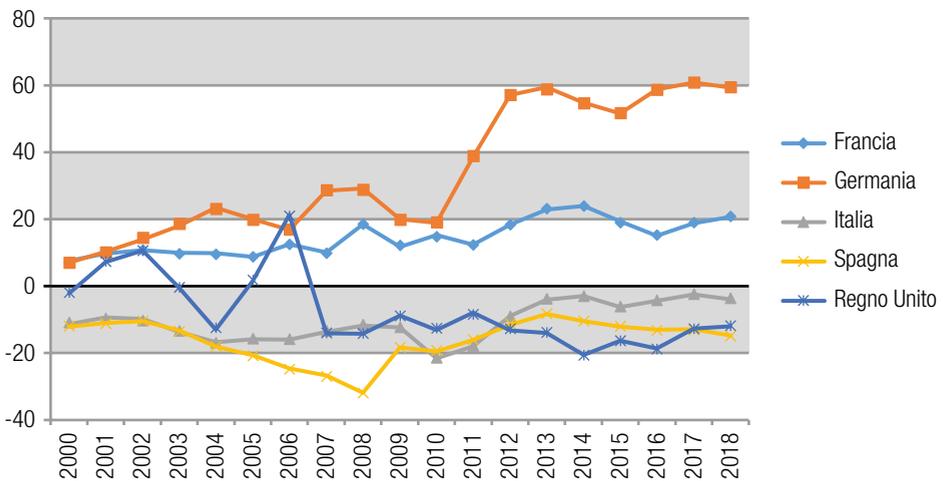
*Fonte: elaborazione ISSIRFA-CNR su dati UEB. Nota: I dati si riferiscono alle domande di brevetto depositate presso l'UEB (domande europee dirette e domande internazionali tramite PCT entrate nella fase europea).*

**Figura 5.14 - Quote di mercato sulle esportazioni mondiali di prodotti high-tech (graduatoria dei primi 20 paesi rispetto al 2018)**



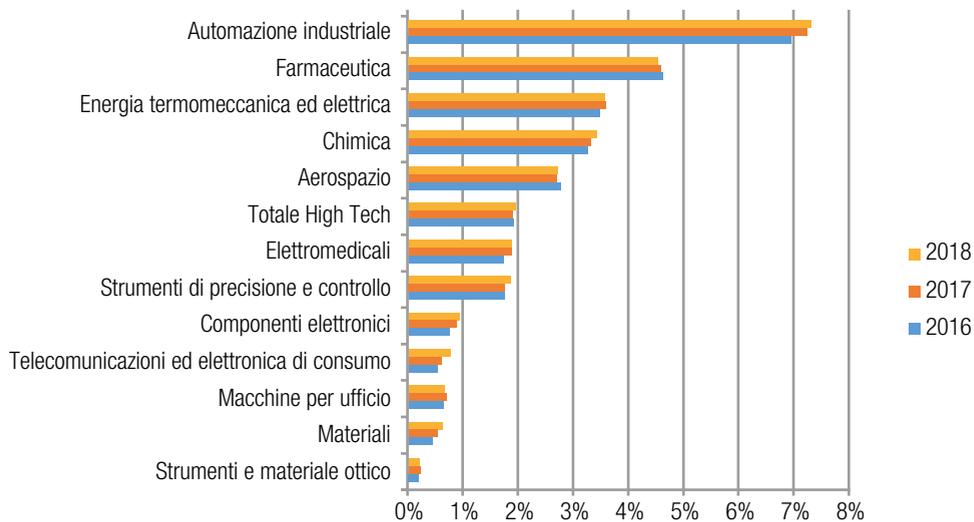
Fonte: elaborazione ENEA - Osservatorio sull'Italia nella Competizione Tecnologica Internazionale su dati UN-Comtrade Database.

**Figura 5.15 - Andamento dei saldi commerciali high tech nei maggiori paesi europei, anni 2000-2018 (Miliardi di \$ correnti)**



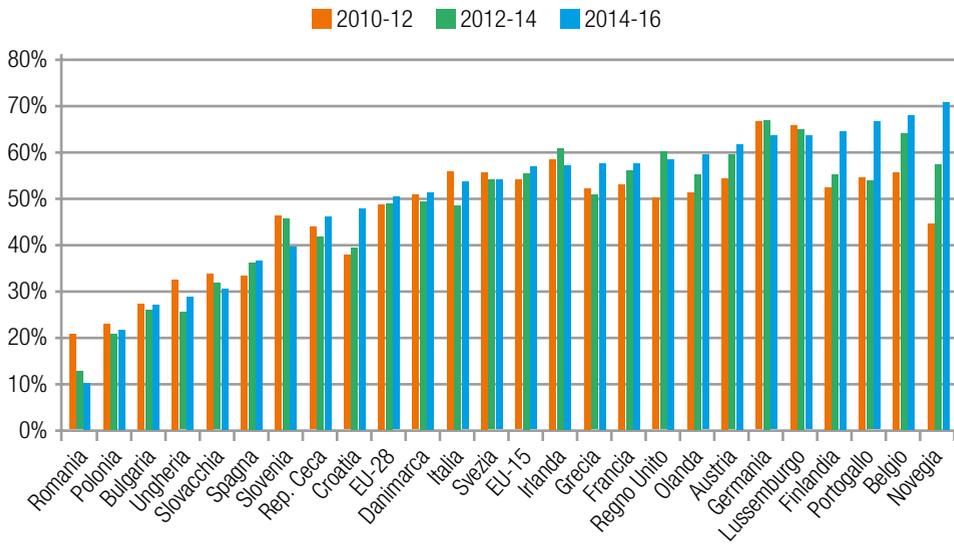
Fonte: elaborazione ENEA - Osservatorio sull'Italia nella Competizione Tecnologica Internazionale su dati UN-Comtrade Database.

Figura 5.16 - Quote di mercato dell'Italia sulle esportazioni mondiali nei settori high-tech (graduatoria rispetto al 2018)



Fonte: elaborazione ENEA - Osservatorio sull'Italia nella Competizione Tecnologica Internazionale su dati UN-Comtrade Database.

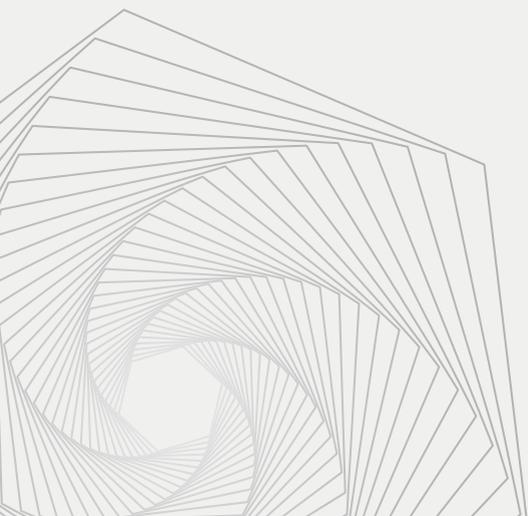
Figura 5.17 - Imprese innovatrici\* in Europa (2010-12; 2012-14; 2014-16; % sul totale delle imprese)



Fonte: Eurostat (<http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>. Sezione: Science and Technology/Community innovation survey - CIS).

\*: imprese che hanno dichiarato di aver svolto attività finalizzate all'introduzione di innovazioni di prodotto o processo e/o di aver introdotto innovazioni organizzative o di marketing nei trienni 2010-12, 2012-14, 2014-16. Sono escluse le imprese con meno di 10 addetti.

# **GLOSSARIO**



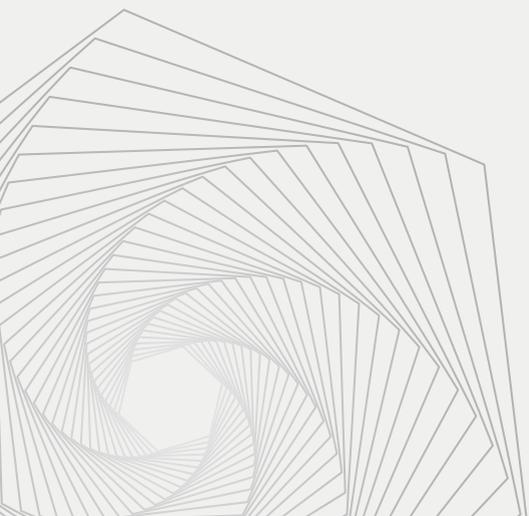
## GLOSSARIO

<b>ADI</b>	Associazione Dottorati Italiani
<b>ADU</b>	Area Disciplinare Universitaria
<b>AgID</b>	Agenzia per l'Italia Digitale
<b>ANVUR</b>	Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca
<b>APRE</b>	Agenzia per la Ricerca Europea
<b>ASI</b>	Agenzia Spaziale Italiana
<b>CINECA</b>	Consorzio Interuniversitario del Nord-Est per il Calcolo Automatico
<b>CPV</b>	Common procurement vocabulary
<b>CORDIS</b>	Community Research and Development Information Service
<b>CREA</b>	Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
<b>CTWS</b>	Center for Science and Technology Studies, Leiden University
<b>EC</b>	European Commission - Commissione Europea
<b>ENEA</b>	Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile
<b>EPO</b>	European Patent Office. Sigla inglese di Ufficio Europeo dei Brevetti (UEB)
<b>EPR</b>	Enti Pubblici di Ricerca
<b>ETP</b>	Addetti Equivalenti a Tempo Pieno
<b>EU15</b>	Paesi membri dell'Unione Europea prima dell'adesione di dieci paesi candidati il 1 ° maggio 2004
<b>EU28</b>	L'insieme dei 28 paesi membri che compongono l'Unione Europea
<b>EUROSTAT</b>	Ufficio Statistico dell'Unione Europea
<b>FESR</b>	Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale
<b>FSE</b>	Fondo Sociale Europeo
<b>FHCA</b>	Fractional Highly Cited Article
<b>FSSTS</b>	Fractional Scientific Strength
<b>HCA</b>	Highly Cited Article
<b>IASI</b>	Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica, CNR
<b>ICT</b>	Information and Communication Technology
<b>INAF</b>	Istituto Nazionale di Astrofisica
<b>INDAM</b>	Istituto Nazionale Alta Matematica "Francesco Severi"

<b>INFM</b>	Istituto Nazionale per la Fisica della Materia nel Consiglio Nazionale delle Ricerche
<b>INFN</b>	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
<b>INGV</b>	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
<b>INRIM</b>	Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica
<b>IQR</b>	Interquartile Range
<b>IRCRES</b>	Istituto di Ricerca sulla Crescita Economica Sostenibile
<b>IRI</b>	Industrial Research Institute
<b>IRPPS</b>	Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali
<b>ISPRA</b>	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
<b>ISS</b>	Istituto Superiore di Sanità
<b>ISSIRFA</b>	Istituto per gli Studi sui Sistemi Regionali Federali e sulle Autonomie
<b>ISTAT</b>	Istituto Nazionale di Statistica
<b>MISE</b>	Ministero dello Sviluppo Economico
<b>MIUR</b>	Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca Scientifica
<b>OCSE</b>	Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico. Sigla italiana dell'OECD
<b>OECD</b>	Organization for Economic Co-operation and Development. Sigla inglese dell'OCSE
<b>OGS</b>	Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale
<b>PCP</b>	Pre Commercial Procurement
<b>PCT</b>	Patent Cooperation Treaty
<b>PIL</b>	Prodotto Interno Lordo
<b>PON</b>	Programma Operativo Nazionale
<b>POR</b>	Programma Operativo Regionale
<b>PPI</b>	Public Procurement of Innovation
<b>PPP</b>	Purchasing Power Parity
<b>PPS</b>	Purchasing Power Standard
<b>PQ</b>	Programma Quadro della Commissione Europea
<b>R&amp;D</b>	Research and Development. Sigla inglese di R&S
<b>R&amp;I</b>	Ricerca e Innovazione
<b>R&amp;S</b>	Ricerca e Sviluppo. Sigla italiana di R&D
<b>RISIS</b>	Research Infrastructure for Research and Innovation Policy Studies
<b>SBRI</b>	Small Business Research Initiative
<b>S&amp;T</b>	Scienza e Tecnologia
<b>S3</b>	Smart Specialization Strategy

<b>SNA</b>	Social Network Analysis
<b>SSD</b>	Settore Scientifico Disciplinare
<b>STEM</b>	Scienza, Tecnologia e Matematica
<b>SZN</b>	Stazione Zoologica “Anton Dohrn”
<b>TED</b>	Tender’s Electronic Daily (TED)
<b>TS</b>	Top Scientist
<b>UE</b>	Unione Europea
<b>UEB</b>	Ufficio Europeo dei Brevetti. Sigla italiana dell’European Patent Office (EPO)
<b>WoS</b>	Web of Science, Banca dati mondiale di indicizzazione di pubblicazioni e relative citazioni
<b>WTO</b>	World Trade Organization

# **INDICE FIGURE, TABELLE E BOX**



## Indice delle figure

<b>Figura 1.1</b> - Organizzazioni italiane finanziate in Horizon 2020 distinte per programmi trasversali	29
<b>Figura 1.2</b> - Propensione delle regioni italiane a partecipare ai progetti finanziati in Horizon 2020	31
<b>Figura 1.3</b> - Finanziamento standardizzato delle università per regioni (distribuzione % per quartili)	33
<b>Figura 1.4</b> - Rete università FP6 e H2020: Degree centrality di tre università italiane (Bologna, Sapienza e POLIMI) nei Programmi FP6 e Horizon 2020 (sono considerate solo le organizzazioni sopra il 95° percentile)	40
<b>Figura 1.5</b> - CNR: Rete delle collaborazioni in Horizon 2020	43
<b>Figura 2.1</b> - Dispersione dei due indicatori di Forza Scientifica Frazionaria per i 218 SSD analizzati, $HCA_{(5\%)}$	68
<b>Figura 2.2</b> - Dispersione dei due indicatori di Forza Scientifica Frazionaria per i 218 SSD analizzati, $HCA_{(10\%)}$	68
<b>Figura 3.1</b> - Quota degli insegnanti nelle istituzioni terziarie con età superiore ai 50 anni nei principali paesi europei dal 2010 al 2016	92
<b>Figura 3.2</b> - Età media dei ricercatori nelle Università e nelle Istituzioni pubbliche, confronto tra paesi europei tra il 2005 e il 2016	94
<b>Figura 3.3</b> - Età media dei ricercatori, degli occupati e dei residenti in Italia. Anni 2005-2016	97
<b>Figura 3.4</b> - Età media dei ricercatori per settore di attività. Anni 2005-2016	97
<b>Figura 3.5</b> - Ammontare dei ricercatori per classe di età e settori di attività. Anni 2005-2016	98
<b>Figura 3.6</b> - Quota di assegnisti di ricerca sul totale dei ricercatori dei principali Enti di Ricerca vigilati dal MIUR	103
<b>Figura 3.7</b> - Quota di assegnisti di ricerca sul totale dei ricercatori delle università e loro età media	105
<b>Figura 3.8</b> - Ricercatori per settore di attività. Valori osservati (2007-2016) e valori stimati (2017-2025)	109

<b>Figura 3.9</b> - Età media dei ricercatori per settore di attività. Anni 2005-2025	110
<b>Figura 3.10</b> - Ammontare dei ricercatori per classe di età e settore di attività. Anni 2005-2025	111
<b>Figura 3.11</b> - Ricercatori per settore di attività e genere. Valori osservati (2007-2016) e valori stimati (2017-2025)	113
<b>Figura 4.1</b> - Complementarietà tra l'appalto pre-commerciale e il PPI	130
<b>Figura 4.2</b> - Valore degli avvisi di gara in R&S pubblicati, 2009-2018 (Euro)	134
<b>Figura 4.3</b> - Numero di Avvisi di gara in R&S pubblicati, 2009-2018	135
<b>Figura 4.4</b> - Numero di avvisi di gara in R&S pubblicati ogni 1000 (media 2009-2018)	136
<b>Figura 4.5</b> - Tipo di committente pubblico (% sul totale degli avvisi di gara in R&S 2009-2018)	137
<b>Figura 4.6</b> - Avvisi di gara per settore di appartenenza 2009-2018 (% sul totale degli avvisi di gara in R&S)	138
<b>Figura 4.7</b> - Numero totale delle gare pubblicate, da autorità italiane, avente per oggetto servizi di ricerca e sviluppo, 2009-2018	141
<b>Figura 5.1</b> - La spesa per R&S in rapporto percentuale al Prodotto Interno Lordo (PIL) in alcuni paesi dell'OCSE dal 2000 al 2017	156
<b>Figura 5.2</b> - La spesa per R&S per settore di finanziamento in alcuni paesi dell'OCSE nel 2016	157
<b>Figura 5.3</b> - La spesa per R&S per settore di esecuzione in alcuni paesi dell'OCSE nel 2017	157
<b>Figura 5.4</b> - Gli stanziamenti pubblici per R&S in rapporto percentuale alla spesa pubblica totale in alcuni paesi dell'OCSE dal 2005 al 2017	158
<b>Figura 5.5</b> - Il personale addetto alla R&S in rapporto a mille unità di forza lavoro in alcuni paesi dell'OCSE dal 2000 al 2017	162
<b>Figura 5.6</b> - I ricercatori in rapporto a mille unità di forza lavoro in alcuni paesi dell'OCSE dal 2000 al 2017	162
<b>Figura 5.7</b> - Il personale addetto alla R&S in unità ETP per settore istituzionale in Italia dal 2000 al 2016	163

<b>Figura 5.8</b> - Dottori di ricerca in Italia per genere, valori assoluti, anni vari	165
<b>Figura 5.9</b> - Distribuzione per genere dei ricercatori in alcuni paesi OCSE, valori percentuali, 2016	165
<b>Figura 5.10</b> - Pubblicazioni scientifiche indicizzate in Web of Science (WoS)	166
<b>Figura 5.11</b> - Quote di pubblicazioni scientifiche mondiali per paese	166
<b>Figura 5.12</b> - Quote di citazioni (normalizzate) totali mondiali per paese	167
<b>Figura 5.13</b> - Citazioni medie (normalizzate) per pubblicazione per paese	167
<b>Figura 5.14</b> - Quote di mercato sulle esportazioni mondiali di prodotti high-tech (graduatoria dei primi 20 paesi rispetto al 2018)	170
<b>Figura 5.15</b> - Andamento dei saldi commerciali high tech nei maggiori paesi europei, anni 2000-2018 (Miliardi di \$ correnti)	170
<b>Figura 5.16</b> - Quote di mercato dell'Italia sulle esportazioni mondiali nei settori high-tech (graduatoria rispetto al 2018)	171
<b>Figura 5.17</b> - Imprese innovatrici* in Europa (2010-12; 2012-14; 2014-16; % sul totale delle imprese)	172

## Indice delle tabelle

<b>Tabella 1.1</b> - Partecipazioni e contributo finanziario 2014-2017 Horizon 2020 di alcuni paesi (tasso di successo e percentuale sul totale)	22
<b>Tabella 1.2</b> - Coordinamento proposte e contributo finanziario 2014-2017 Horizon 2020 in alcuni paesi (tasso di successo e percentuale sul totale)	23
<b>Tabella 1.3</b> - Differenza tra finanziamento accordato a progetti di vari paesi europei e contributo dei medesimi al budget europeo. Peso % contributo al budget UE-28, finanziamento richiesto e ottenuto	24
<b>Tabella 1.4</b> - Numero di progetti e istituzioni per tipo di Programma	27
<b>Tabella 1.5</b> - Distribuzione percentuale della partecipazione italiana ai Programma Quadro per tipo di organizzazione (% sul totale organizzazioni partecipanti)	29

<b>Tabella 1.6</b> - Percentuale di finanziamento nei programmi FP7 e Horizon 2020 per tipologia di organizzazione	32
<b>Tabella 1.7</b> - Percentuale di finanziamento Horizon 2020 sul totale finanziamento	32
<b>Tabella 1.8</b> - Misure di centralità standardizzate della partecipazione italiana	35
<b>Tabella 1.9</b> - Degree: ranking delle organizzazioni partecipanti italiane ai programmi quadro	36
<b>Tabella 1.10</b> - Closeness: ranking delle organizzazioni partecipanti ai programmi quadro	37
<b>Tabella 1.11</b> - Betwenness: ranking delle organizzazioni partecipanti ai programmi quadro	39
<b>Tabella 2.1</b> - Costo dei fattori di produzione (in euro) per rango accademico	60
<b>Tabella 2.2</b> - Dataset di analisi, per Aree Disciplinari Universitarie (ADU), 2012-2016	62
<b>Tabella 2.3</b> - Numero di $TS_{(5\%)}$ e $TS_{(10\%)}$ (percentuali sul totale dei ricercatori) e Forza Scientifica Frazionaria su base $TS_{(5\%)}$ e $TS_{(10\%)}$ in ogni ADU	63
<b>Tabella 2.4</b> - Forza Scientifica Frazionaria per $FHCA_{(5\%)}$ e $FHCA_{(10\%)}$ per Aree Disciplinari Universitarie (ADU)	64
<b>Tabella 2.5</b> - Personale di ricerca e costo totale per i primi 20 e ultimi 20 Settori Scientifico Disciplinari (SSD) in termini dimensionali	65
<b>Tabella 2.6</b> - Matrice di correlazione di Spearman dei quattro indicatori di Forza Scientifica Frazionaria utilizzati	67
<b>Tabella 2.7</b> - Settori Scientifico Disciplinari (SSD) che presentano tutti e quattro i valori di Forza Scientifica Frazionaria superiori alle relative mediane, e dimensione relativa (rango percentile, 100 = top)	70
<b>Tabella 2.8</b> - Settori Scientifico Disciplinari (SSD) che presentano tutti e quattro i valori di Forza Scientifica Frazionaria inferiori alle relative mediane, e dimensione relativa (rango percentile, 100 = top)	72
<b>Tabella 2.9</b> - Primi 10 SSD e ultimi 10 SSD per posizione di classifica media secondo i quattro indicatori di Forza Scientifica Frazionaria considerati, e dimensione relativa (rango percentile, 100 = top)	74

<b>Tabella 3.1</b> - Numero di assegnisti di ricerca nei principali Enti Pubblici di Ricerca vigilati dal MIUR	104
<b>Tabella 4.1</b> - Appalti in R&S e Appalti PCP. Tabella di sintesi 2009-2018	142
<b>Tabella 4.2</b> - Gli attori principali nella domanda di ricerca pubblica (2009-2018)	143
<b>Tabella 4.3</b> - Numero di appalti in ricerca e sviluppo pubblicati dalle autorità regionali e locali (2009-2018)	146
<b>Tabella 5.1</b> - La spesa per R&S in alcuni paesi dell'OCSE dal 2000 al 2017	156
<b>Tabella 5.2</b> - La spesa per R&S per settore di finanziamento e settore di esecuzione in Italia nel 2016	158
<b>Tabella 5.3</b> - Stanziamenti del MIUR agli Enti Pubblici di Ricerca dal 2002 al 2018	159
<b>Tabella 5.4</b> - Entrate accertate di altri Enti di Ricerca dal 2002 al 2017	160
<b>Tabella 5.5</b> - La spesa per R&S per settore istituzionale e regione in Italia nel 2016	161
<b>Tabella 5.6</b> - Totale dottori di ricerca in Italia per ambito disciplinare dal 2007 al 2018	164
<b>Tabella 5.7</b> - Domande di brevetto depositate presso l'Ufficio Europeo dei Brevetti, principali paesi industrializzati, 2000-2018	168
<b>Tabella 5.8</b> - Domande di brevetto ogni 100.000 abitanti depositate presso l'Ufficio Europeo dei Brevetti, principali paesi industrializzati, 2000-2018	169

## Indice dei box

<b>Box 1.1</b> - Misure di centralità applicate alla partecipazione ai Progetti Quadro della Commissione Europea	34
<b>Box 2.1</b> - Gli indicatori di misura della forza scientifica dei settori	59
<b>Box 3.1</b> - Le fonti statistiche sull'età dei ricercatori: dati disponibili e limiti	89

**Box 3.2** - I ricercatori per genere e settore di attività: una stima al 2025 112

**Box 4.1** - PCP-Ospedale Niguarda 144

**PROGETTO GRAFICO**  
**Daniele Benedetti**

