National Agency for the Evaluation of Universities and Research Institutes

anvur

Agenzia Nazionale di Valutazione del sistema Universitario e della Ricerca

Evaluation of Research Quality

VQR

Valutazione Qualità della Ricerca

Valutazione della Qualità della Ricerca 2011-2014 (VQR 2011-2014)

Rapporto finale ANVUR

Parte Quarta: Il posizionamento internazionale della ricerca italiana

21 Febbraio 2017

Sommario

RAPPORTO FINALE ANVUR - PARTE QUARTA: IL POSIZIONAMENTO INTERNAZIONALE DELLA RICERCA ITALIANA 1

LISTA DEGLI ACRONIMI E TERMINI SPECIALI 3

1. INTRODUZIONE E PRINCIPALI RISULTATI 6

1.1 INTRODUZIONE 6
1.2 I RISULTATI PRINCIPALI 7
1.2.1 La produzione scientifica 7
1.2.2 L'impatto della produzione scientifica 7
1.2.3 La collaborazione scientifica 8
1.2.4 La produttività degli input 8
1.2.5 L'eccellenza scientifica 8

2. GLI INDICATORI 9

2.1 LE AREE VQR 9
2.2 GLI INDICATORI 10

3. L'ATTIVITÀ DI RICERCA SCIENTIFICA 11

3.1 LA PRODUZIONE SCIENTIFICA 11
3.2 LA SPECIALIZZAZIONE SCIENTIFICA 14

4. L'IMPATTO DELLA RICERCA SCIENTIFICA 16

4.1 LE CITAZIONI 16
4.2 L'IMPATTO 19
4.3 L'IMPATTO NELLE AREE VQR 21

5. L'ATTIVITÀ DI COLLABORAZIONE SCIENTIFICA 26

6. LA PRODUTTIVITÀ SCIENTIFICA 29

6.1 PUBBLICAZIONI PER UNITÀ DI SPESA E PER RICERCATORE 29
6.2 CITAZIONI PER UNITÀ SPESA E PER RICERCATORE 31

7. L'ECCELLENZA DELLA PRODUZIONE SCIENTIFICA 33

7.1 L'ECCELLENZA SCIENTIFICA 33
7.2 L'ECCELLENZA SCIENTIFICA NELLE AREE VQR 37

Lista degli acronimi e termini speciali

ADDETTI. Il personale incardinato nelle istituzioni cui sono stati associati i prodotti di ricerca da valutare.

AM (Addetti in Mobilità). Addetti che sono stati assunti in ruolo o hanno avuto un avanzamento di carriera nella istituzione nel quadriennio della VQR.

AMBITI. Gli ambiti di valutazione della Terza Missione come definiti dal Manuale.

ANVUR. Agenzia Nazionale per la Valutazione del sistema Universitario e della Ricerca.

AREE. Le sedici aree scientifiche nelle quali è stato suddiviso il processo di valutazione.

BANDO. Il bando di partecipazione alla VQR 2011 – 2014.

BC. Beni culturali.

CETM. Commissione di Esperti della valutazione della Terza Missione.

CINECA. Consorzio Interuniversitario di Calcolo. Ha gestito il sistema di informatizzazione e le procedure amministrativo-contabili relativi al processo di valutazione.

CRC. Centri di Ricerca Clinica, istituzioni specializzate nella sperimentazione clinica e valutate nell'ambito della TM, Tutela della Salute.

CT. Conto Terzi.

DM. Il decreto ministeriale del 27 giugno 2015 che ha affidato all'ANVUR lo svolgimento della VQR 2011 – 2014.

ECM. Corsi di Educazione Continua in Medicina, valutati nell'ambito della TM, Tutela della Salute.

FC. Formazione continua.

GEV. Gruppi di Esperti della Valutazione. I sedici comitati di esperti nelle discipline delle aree scientifiche che hanno curato la valutazione dei prodotti di ricerca conferiti dalle istituzioni.

IRAS1-IRAS5. Gli indicatori di qualità della ricerca di area e di istituzione definiti dal Bando, calcolati come frazione del valore complessivo di area.

IRFS. L'indicatore finale di qualità della ricerca di istituzione, che integra gli indicatori di area IRAS1, …, IRAS5 mediante i pesi attribuiti alle sedici aree.

IRD1-IRD3. Gli indicatori di qualità della ricerca di area e di dipartimento definiti dal Bando, calcolati come frazione del valore complessivo di area.

IRDF. L'indicatore finale di qualità della ricerca di dipartimento, che integra gli indicatori IRD1-IRD3 mediante i pesi attribuiti alle sedici aree.

ISTITUZIONI. I soggetti che hanno partecipato alla valutazione VQR: università, enti di ricerca, consorzi interuniversitari.

LEGGE 240. La legge n. 240 del 30 dicembre 2010 "Norme in materia di organizzazione delle Università, di personale accademico e reclutamento, nonché delega al Governo per incentivare la qualità e l'efficienza del sistema universitario".

MANUALE. Il documento "La valutazione della terza missione nelle Università e negli Enti di Ricerca. Manuale per la Valutazione" pubblicato dall'ANVUR nell'Aprile del 2015 allo scopo di guidare la valutazione dei dati di Terza Missione dal punto di vista dei criteri e delle domande valutative.

MIUR. Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca.

PE. *Public Engagement*.

PI. Proprietà Intellettuale.

PRODOTTI ATTESI. Il numero di Prodotti che ciascuna Istituzione doveva conferire per la valutazione, ottenuto moltiplicando ciascun addetto per il numero di prodotti che il Bando gli assegnava e sommando su tutti gli addetti dell'Istituzione.

PRODOTTI DI RICERCA o PRODOTTI. Contributi definiti nella sezione 2.3 del Bando (articoli, monografie, capitoli di libro, ecc.) realizzati come conseguenza delle attività di ricerca svolte e conferiti per la valutazione all'ANVUR.

SPO. *Spin-off*.

SSD. I 370 Settori Scientifico-Disciplinari nei quali si articolano le sedici aree.

SIT. Strutture di intermediazione.

SUA-TM. Scheda Unica Annuale per la Terza Missione.

SUB-GEV. Sottoinsiemi omogenei dei GEV definiti sulla base delle caratteristiche dell'area scientifica.

TM. Terza Missione.

TS. Sperimentazione clinica, infrastrutture di ricerca e formazione medica (Tutela della Salute).

TT. Trasferimento Tecnologico.

TTO. Ufficio di trasferimento tecnologico (*Technology Transfer Office*).

VQR. Valutazione della Qualità della Ricerca.

VQR1. Valutazione della Qualità della Ricerca 2004-2010.

VQR2. Valutazione della Qualità della Ricerca 2011-2014.

1. Introduzione e principali risultati

1.1 Introduzione

IL DM che istituisce la VQR 2011-2014 (VQR2 nel seguito) prevede che, al fine di verificare il posizionamento del paese nel contesto internazionale, l'ANVUR sviluppi all'interno del Rapporto Finale VQR un'analisi della posizione relativa della ricerca italiana, realizzata utilizzando i principali indicatori bibliometrici disponibili. Nel seguito, ci si baserà a tale scopo sui dati contenuti nella banca dati Scival di Scopus, che classifica la produzione scientifica mondiale nelle 334 categorie della *All Science Journal Classification* (ASJC). Le informazioni inizialmente disponibili a livello di ASJC sono state opportunamente riclassificate nelle aree scientifiche utilizzate per la valutazione nella VQR 2011-14. I dati riguardanti pubblicazioni e citazioni sono stati anche combinati con quelli sui principali fattori di *input* per la produzione scientifica (numero di ricercatori e spesa in ricerca e sviluppo), di fonte OCSE, allo scopo di calcolare indicatori di produttività dell'attività di ricerca. L'analisi citazionale consente anche di valutare la presenza della ricerca scientifica italiana nell'eccellenza mondiale. Il periodo di analisi va dal 2001 al 2015.

L'analisi riguarda sia le cosiddette aree "bibliometriche" sia le "non bibliometriche". Il dettaglio disciplinare per l'analisi citazionale e per quella relativa all'eccellenza è invece illustrato solo per le aree bibliometriche. Tale scelta è dovuta ai noti limiti, più volte evidenziati in letteratura, dell'uso d'indicatori bibliometrici nelle aree umanistiche e sociali: tali aree sono, infatti, caratterizzate da una forte eterogeneità nei mezzi di diffusione della conoscenza, con una rilevante importanza di pubblicazioni diverse dall'articolo su rivista (libri, atti di convegno, ecc.) e da una forte diffusione di pubblicazioni di carattere locale, scritte in lingue diverse dall'inglese. Di conseguenza, le riviste di questi settori hanno spesso una scarsa copertura nelle principali basi di dati citazionali. Anche le prassi citazionali (ad esempio in termini di tempi di maturazione delle citazioni) sono notevolmente diverse rispetto a quelle delle scienze "dure" e della vita, e quindi i dati relativi all'impatto non sono sufficientemente attendibili. L'analisi citazionale viene svolta seguendo un approccio sincronico (Glänzel, 2004[1]), che consiste nel considerare tutte le citazioni esistenti nella banca dati in un dato momento (in questo caso al 31 gennaio 2017), considerando le pubblicazioni in un dato arco temporale (in questo caso, dal 2001 al 2016). La scelta del periodo deriva dal fatto che esso coincide con l'insieme di anni oggetto dei tre esercizi nazionali di valutazione della ricerca svolti in Italia, con un aggiornamento al biennio 2015-16. Il

[1] Glänzel, W. (2004). "Towards a model for diachronous and synchronous citation analyses", Scientometrics, vol. 60, n. 3, pp. 511–522.

confronto riguarda i 17 paesi maggiormente rappresentativi nel panorama scientifico mondiale, avendo cura di salvaguardare un sufficiente livello di sintesi nell'analisi. In particolare, i paesi presi in esame oltre all'Italia sono Francia, Germania, Olanda, Spagna, Svezia, Svizzera e Regno Unito per l'Europa, cui si aggiungono la Federazione Russa, i rimanenti paesi del G8 (Canada, Giappone e Stati Uniti), l'Australia e alcuni paesi emergenti (Brasile, Cina, Repubblica di Corea, India).

1.2 I risultati principali

1.2.1 La produzione scientifica

Nel quadriennio della VQR2 le pubblicazioni italiane presenti nel database SciVal sono cresciute più rapidamente di quanto registrato nella media mondiale e nei principali paesi industriali. Nello stesso periodo si è osservata una fortissima crescita della produzione scientifica della Cina e degli altri paesi emergenti: a farne le spese in termini percentuali sono stati soprattutto i paesi a più antica tradizione scientifica, come gli Stati Uniti e il Giappone. Diminuzioni nella quota di produzione scientifica si sono osservate tuttavia anche in altri importanti paesi europei come la Francia e la Germania: da questo punto di vista, la produzione scientifica italiana sembra essere stata in grado negli ultimi anni di "reggere" la concorrenza proveniente dai paesi emergenti meglio di quanto osservato per gli altri principali paesi industriali. Nel periodo della VQR2, la specializzazione scientifica italiana ha aumentato la sua focalizzazione soprattutto nelle aree dell'Ingegneria industriale e dell'informazione, delle Scienze agrarie e veterinarie, delle Scienze psicologiche e delle Scienze statistiche e sociali; un calo relativo delle quote si è registrato invece soprattutto nelle Scienze fisiche, Scienze chimiche, Scienze biologiche e Scienze mediche. Nel confronto con la media mondiale, l'Italia è relativamente più specializzata nelle Scienze matematiche e informatiche, nelle Scienze fisiche, Scienze della terra e Scienze mediche. Sono invece sotto rappresentate le aree di Ingegneria, le Scienze chimiche, le Scienze Psicologiche e, tra le aree umanistiche e sociali, le Scienze giuridiche e le Scienze politiche e sociali.

1.2.2 L'impatto della produzione scientifica

Sempre considerando il periodo della VQR2, l'impatto della ricerca italiana nelle aree bibliometriche, calcolato sulla base del *Field Weighted Citation Impact*, che tiene conto delle differenze di composizione nella produzione scientifica tra paesi, è elevato a livello mondiale. I paesi leader da questo punto di vista sono Svizzera e Paesi Bassi; l'Italia si colloca in una posizione di immediato rincalzo, appena al di sotto del Regno Unito e su livelli migliori rispetto a quelli degli Stati Uniti e degli altri principali paesi europei. A livello di singola area, i risultati migliori sono ottenuti dalle Scienze biologiche e dall'Ingegneria industriale e civile; un

indicatore d'impatto ponderato inferiore alla media nazionale si osserva invece nelle Scienze fisiche e Scienze della terra e nelle Scienze psicologiche.

1.2.3 La collaborazione scientifica

La quota di ricerca italiana svolta in collaborazione è maggiore della media mondiale: a essere particolarmente intensa è la collaborazione internazionale- Nel confronto europeo, però, secondo questo specifico indicatore l'Italia è in coda rispetto a tutti i paesi considerati. La quota di ricerca svolta in collaborazione con coautori nazionali è invece più bassa della media mondiale. Guardando ai dati a livello di area CUN, si confermano grandi differenze nelle modalità di diffusione della conoscenza tra aree bibliometriche e non bibliometriche, con una maggiore diffusione della collaborazione, specie internazionale, nelle prime rispetto alle seconde. In Italia, la quota di pubblicazioni con collaborazioni internazionali è maggiore della media mondiale in tutti i settori.

1.2.4 La produttività degli input

Il rapporto tra pubblicazioni e citazioni, da un lato, e spesa in Ricerca e Sviluppo e numero di ricercatori dall'altro, fornisce una stima della produttività dei principali *input* della produzione scientifica. La produttività della spesa in ricerca e sviluppo in Italia mostra una chiara tendenza all'aumento tra il 2011 e il 2014; nell'ultimo anno della VQR2, la produttività della spesa italiana è nettamente superiore alla media europea e dei paesi industriali, sia che si consideri al numeratore il numero di pubblicazioni sia che si prenda quello delle citazioni. Nel confronto con i principali paesi industriali, nel 2014 il dato italiano è inferiore solo a Spagna e Regno Unito, e superiore a quello degli altri principali paesi europei e degli Stati Uniti. La produttività media dei ricercatori italiani è anch'essa in tendenziale aumento nel quadriennio se si guarda al numero complessivo dei ricercatori ed è superiore a quella osservata nei principali paesi considerati. E' invece stabile se si guarda ai soli ricercatori pubblici; in questo caso, il dato italiano è inferiore a quello dei principali paesi europei.

1.2.5 L'eccellenza scientifica

Se definiamo come eccellenti i prodotti che cadono nel top 1, 5 e 10% della distribuzione mondiale in termini di citazioni o fattore d'impatto della sede di pubblicazione, emerge con chiarezza che i paesi leader mondiali sono Svizzera, Paesi Bassi, Svezia e Regno Unito; in immediate posizioni di rincalzo troviamo gli Stati Uniti e, soprattutto se allarghiamo la considerazione al top 5 e 10%, la Germania. L'Italia ha migliorato dall'inizio degli anni 2000 la propria quota di prodotti nell'eccellenza mondiale, ed è oggi a livello aggregato in linea con paesi come Francia e Spagna, e ben al di sopra dei paesi del Pacifico (Corea e Giappone) e degli emergenti. Il continuo aumento della quota di pubblicazioni italiane a livello mondiale, e

l'incremento dell'impatto scientifico medio delle pubblicazioni italiane evidenziato dai dati precedentemente discussi, non sono però ancora stati sufficienti a colmare il gap esistente con i paesi leader mondiali. Guardando al solo dato relativo al top 10% (quello coerente con la definizione di eccellenza contenuta nel Bando VQR2), e concentrando l'analisi sulla misura legata alla presenza nei *top journal* mondiali per *CiteScore*, tutte le aree scientifiche bibliometriche italiane mostrano una presenza nelle riviste di eccellenza maggiore della media mondiale, con qualche differenza tra aree.

Nel seguito, la Sezione 2 descrive la procedura di costruzione dei dati per le aree VQR e presenta i principali indicatori che saranno utilizzati nell'analisi. La Sezione 3 analizza il posizionamento internazionale della ricerca italiana in termini di produzione scientifica, mentre la Sezione 4 è dedicata allo studio dell'impatto dell'attività di ricerca. La Sezione 5 è focalizzata sugli indicatori di collaborazione scientifica, nazionale e internazionale, mentre la Sezione 6 studia i dati relativi alla produttività scientifica, sia rispetto agli indicatori di produzione che a quelli d'impatto dell'attività di ricerca. Infine, la Sezione 7 analizza la collocazione della produzione scientifica italiana nell'ambito internazionale in termini di eccellenza.

2. Gli indicatori

2.1 Le Aree VQR

Il punto di partenza dell'analisi è la ricodifica dei dati disponibili a livello di ASJC nelle Aree scientifiche VQR. L'informazione di base è quella relativa ai docenti italiani, di fonte MIUR, a cui sono associati i rispettivi Settori Scientifico Disciplinari (SSD) e Aree VQR; a partire da tale lista, si identificano gli autori nel database Scopus, con le rispettive pubblicazioni. In primo luogo, si costruisce una matrice di corrispondenza tra le riviste in cui pubblicano gli autori italiani e le relative ASJC, da un lato, e gli SSD e Aree VQR degli autori, dall'altro. A questo livello, ogni SSD è associato a molteplici ASJC, sulla base delle riviste in cui gli autori di quel SSD hanno pubblicato; è alta quindi la probabilità che ciascun ASJC risulti associata a un numero elevato di SSD, vanificando la rilevanza della procedura di *mapping*. È necessario quindi minimizzare il livello di sovrapposizioni, eliminando le associazioni "spurie" e meno significative e cercando di trovare un bilanciamento tra la capacità dell'associazione d'indentificare la corrispondenza tra ASJC e SSD (precisione) e quella di massimizzare la quota di pubblicazioni attribuibili a un certo SSD sulla base di un limitato numero di ASJC (recupero). A tale scopo si utilizzano le informazioni provenienti dall'intero database mondiale Scopus, che consentono di analizzare il grado di interrelazione esistente tra le riviste selezionate per appartenere a un determinato SSD: in particolare, si mantiene l'associazione tra una rivista e

l'SSD solo se la rivista è, in effetti, centrale nella rete citazionale mondiale delle pubblicazioni associate a quel SSD. Con questo primo passo, è stato possibile definire un *core mapping* tra una quota consistente di riviste Scopus e la maggior parte degli SSD (gli SSD esclusi in questa fase sono quasi tutti relativi a settori non bibliometrici). Per associare le rimanenti riviste, si è utilizzata ancora iterativamente la stessa metodologia, associando prima tutte le riviste mancanti a quelle del *core mapping*, ed eliminando via via quelle non rilevanti sulla base della loro interrelazione citazionale. I risultati ottenuti a livello di SSD sono quindi aggregati per ottenere la classificazione a livello di Aree CUN/VQR.

2.2 Gli indicatori

Gli indicatori utilizzati nell'analisi sono il numero delle pubblicazioni, l'impatto scientifico, la presenza nell'eccellenza mondiale in termini di citazioni ricevute e l'impatto della sede di pubblicazione, oltre che il livello di collaborazione delle comunità scientifiche. Dall'indicatore riguardante il numero di pubblicazioni sono state calcolate le quote di produzione mondiale di ciascun Paese e di ciascun'area all'interno dei paesi. L'associazione di una pubblicazione a un Paese avviene sulla base del Paese di appartenenza dell'istituzione di afferenza di ciascun autore della pubblicazione. In caso di autori multipli provenienti da istituzioni di paesi diversi, la pubblicazione è contabilizzata in ciascun Paese (non si effettua quindi il "conto frazionale"[2]). Il metodo di contabilizzazione dei dati sopra descritto implica che la somma delle pubblicazioni di tutte le aree in un dato paese sia superiore al numero complessivo di articoli del Paese stesso: articoli pubblicati in sedi di pubblicazione catalogate in più di un'area saranno, infatti, contati tante volte quante sono le aree a cui la sede di pubblicazione è assegnata. Analogamente, la somma dei totali di ciascun paese calcolata per tutti i paesi non equivale al totale mondiale, ma è maggiore di esso, dato che una pubblicazione è contata tante volte quanti sono i paesi di afferenza delle istituzioni in cui operano gli autori della pubblicazione. Dall'informazione sul numero di citazioni ricevute, dettagliata per paese, area e anno, si ricava l'indicatore denominato *Field Weighted Citation Impact.* Tale indicatore è calcolato come rapporto tra le citazioni effettivamente ricevute in un certo paese/settore e anno e le corrispondenti citazioni attese per ogni dato settore scientifico e anno. Gli indicatori di collaborazione scientifica si riferiscono alle quote di pubblicazioni redatte, rispettivamente, da un solo autore, da una sola istituzione, con co-autori nazionali, con co-autori internazionali. Infine, gli indicatori di eccellenza della produzione scientifica sono costituiti dalla quota di pubblicazioni sul totale delle proprie pubblicazioni che

[2] Utilizzato a volte in questo tipo di letteratura, il "conto frazionale" assegna a ciascun Paese solo una quota parte della pubblicazione, espressa per l'appunto come frazione del numero di autori del Paese sul numero di autori complessivi che hanno collaborato alla pubblicazione.

per ciascun paese ricadono nel top 1, 5 e 10% della distribuzione mondiale delle pubblicazioni rispetto al numero delle citazioni ed al *CiteScore*[3] della sede di pubblicazione.

3. L'attività di ricerca scientifica

3.1 La produzione scientifica

Nel quadriennio della VQR2, il tasso di crescita medio annuo delle pubblicazioni scientifiche italiane (+4,6%) è stato nettamente superiore alla media mondiale (+2,9%), europea (+2,7%) e dei paesi OCSE (+2,1%). Una crescita maggiore la presentano invece i cosiddetti BRIC (Brasile, Russia, India e Cina, + 5,8%). Le pubblicazioni italiane crescono più rapidamente di quelle dei principali paesi europei, con la sola eccezione della Svezia (+4,8%). Tra i paesi extraeuropei, un tasso di crescita della produzione scientifica più elevato si registra, oltre che nei BRIC, anche in Australia (+5,6%), mentre in Corea la crescita risulta in linea con quella italiana. Se si guarda alle dinamiche di più lungo periodo, si può osservare un progressivo rallentamento della crescita, dal +6,9% annuo del primo esercizio di valutazione VTR (triennio 2001-2003), al +5,8% del settennio della prima VQR (2004-2010) sino al +4,6% di oggi. Il rallentamento osservato nel periodo più recente è comune a tutti i principali paesi europei e trova riscontro anche negli andamenti mondiali.

In termini di quota rispetto al totale delle pubblicazioni mondiali, nel periodo della VQR2 l'Italia si colloca al 3,5%, sostanzialmente stabile rispetto sia ai valori della precedente VQR sia a quelli d'inizio anni 2000; la quota aumenta al 3,9% nell'ultimo biennio. In Europa, la quota italiana resta inferiore a quella di Francia, Germania e Regno Unito, paesi che sperimentano però, al contrario dell'Italia, una progressiva riduzione del proprio peso sul totale delle pubblicazioni mondiali. In effetti, il principale fenomeno osservabile negli anni qui considerati è la forte crescita sul "mercato" scientifico del ruolo della Cina, la cui quota di pubblicazioni è passata dal periodo 2001-2003 a oggi dal 4,9 al 16,8%. L'aumento del ruolo dei paesi emergenti (nel periodo considerato anche Brasile e India raddoppiano la loro quota) ha determinato un progressivo ridursi del peso relativo di quelli a più antica tradizione scientifica, come gli Stati Uniti (passati

[3] Il *CiteScore* è una recente *journal metrics* di Scopus, resa disponibile da dicembre del 2016. *CiteScore* misura l'impatto citazionale di una data rivista conteggiando le citazioni ricevute in un dato anno dalle pubblicazioni edite nei tre anni precedenti. Le citazioni contate nel 2016, quindi, si riferiscono alle citazioni (ricevute) dei documenti pubblicati negli anni 2013, 2014 e il 2015 di una data rivista. La base documentale scelta, inoltre, comprende una ricca varietà di documenti tra cui: *research articles*, *review articles*, *conference proceedings*, *editorials*, *errata*, *letters*, *notes* e *short surveys* consentendo di misurare in maniera ampia l'impatto citazionale di una data pubblicazione.

dal 26,2 al 22,7% della produzione mondiale) e soprattutto il Giappone (dal 7,2 al 4,5%); diminuzioni si osservano anche negli altri principali paesi europei (Francia da 4,5 a 4,1%; Germania, da 6,2 a 5,8%), mentre la quota del Regno Unito resta sostanzialmente stabile (oggi è al 6,9%, lo stesso livello del periodo 2001-2003). Da questo punto di vista, la produzione scientifica italiana sembra dunque essere stata in grado negli ultimi anni di fronteggiare la concorrenza proveniente dai paesi emergenti meglio di quanto osservato per gli altri principali paesi industriali.

Paese	Quota Mondiale 2001-2003	Crescita media annuale 2001-2003	Quota Mondiale 2004-2010	Crescita media annuale 2004-2010	Quota Mondiale 2011-2014	Crescita media annuale 2011-2014	Quota Mondiale 2015-2016	Crescita media annuale 2015-2016 (*)	Numero Pubblicazioni 2001-2016
Francia	4.5	4.2	4.4	4.9	4.1	2.2	4.2	-4.5	1,509,957
Germania	6.2	4.3	6.1	4.8	5.8	2.7	6.0	-3.1	2,113,805
Italia	3.3	6.9	3.5	5.8	3.5	4.6	3.9	-3.4	1,247,864
Paesi Bassi	1.8	6.5	2.0	6.4	2.0	3.1	2.1	-1.8	696,736
Spagna	2.4	7.1	2.8	7.9	3.1	3.2	3.2	-3.5	1,013,018
Svezia	1.3	4.0	1.3	4.4	1.3	4.8	1.4	-1.4	458,900
Regno Unito	6.9	5.5	7.0	5.2	6.6	2.2	6.9	-3.9	2,422,544
Australia	2.2	6.9	2.6	8.2	3.0	5.6	3.4	-1.8	981,585
Canada	3.3	8.8	3.7	5.8	3.5	2.5	3.6	-3.4	1,264,468
Giappone	7.2	2.7	6.0	1.9	4.8	-0.1	4.5	-3.7	1,954,609
Corea del Sud	1.6	10.3	2.3	9.6	2.6	4.6	2.9	-3.4	848,174
Svizzera	1.3	7.7	1.4	6.1	1.5	3.9	1.6	-2.7	504,033
Stati Uniti	26.2	5.9	25.6	3.8	23.0	1.4	22.7	-4.7	8,591,908
Brasile	1.2	9.4	1.8	11.7	2.2	5.3	2.5	-3.2	692,123
Cina	4.9	7.2	11.2	16.9	15.8	5.4	16.8	-1.9	4,487,950
India	2.0	8.4	2.6	12.4	4.0	7.3	4.9	-2.7	1,166,345
Russia	2.4	0.8	1.8	1.1	1.7	6.8	2.3	-3.6	681,580
BRIC	10.5	6.1	17.4	13.6	23.7	5.8	26.3	-2.4	6,992,446
UE15	27.8	4.6	28.0	5.3	26.9	2.6	27.4	-4.1	9,682,336
UE27	30.1	4.6	30.6	5.6	29.8	2.7	30.4	-4.6	10,637,262
UE28	30.3	4.7	30.7	5.6	29.9	2.7	30.5	-4.6	10,695,437
OCSE	68.5	4.6	67.6	4.8	63.3	2.1	63.5	-4.5	23,126,003
MONDO	100.0	3.3	100.0	5.8	100.0	2.9	100.0	-5.6	35,166,311

(*) Dati provvisori

Tabella 3.1 La produzione scientifica mondiale nel periodo 2001-2016. Fonte: SciVal - Scopus

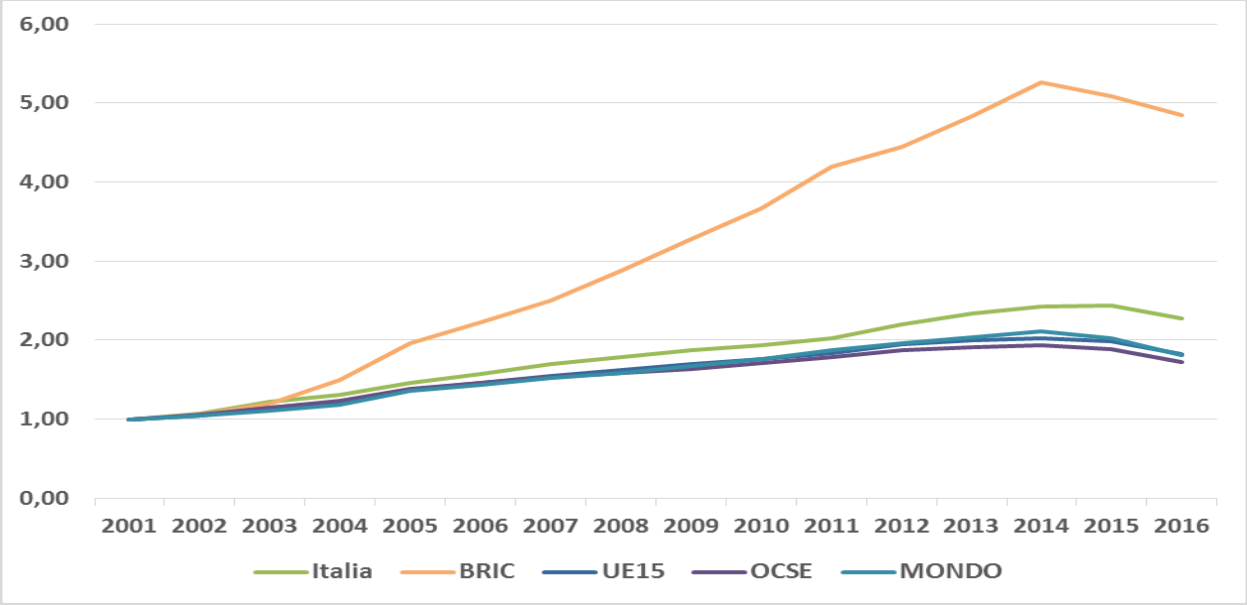


Figura 3.1 Evoluzione del numero di pubblicazioni in Italia e nelle principali aree geografiche, 2001=1. Fonte: SciVal-Scopus

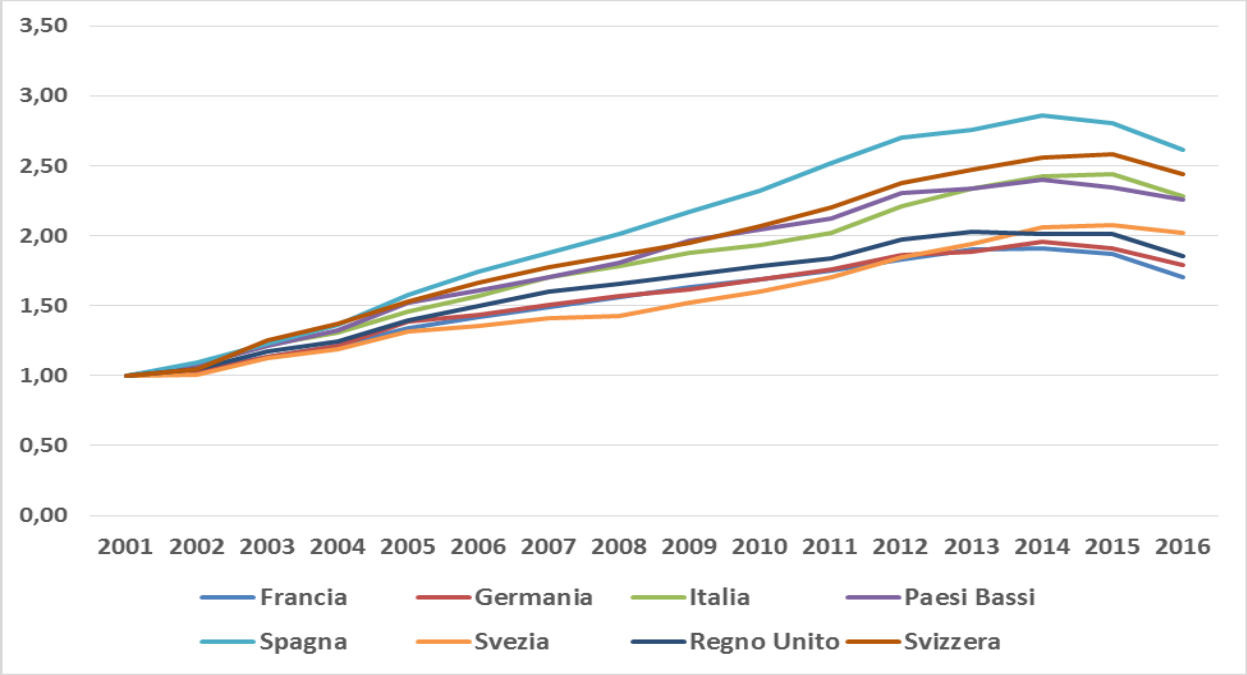


Figura 3.2 Evoluzione del numero di pubblicazioni in Europa, 2001=1. Fonte: SciVal - Scopus

3.2 La specializzazione scientifica

I dati SciVal-Scopus consentono anche di studiare l'andamento dell'attività di ricerca scientifica nelle singole aree, ricostruite secondo la metodologia descritta nella Sezione 2. La Tabella 3.2 confronta la distribuzione delle quote di produzione di ciascuna area in Italia, nell'Unione Europea a 15, nell'OCSE e nel Mondo, per la media dei periodi relativi ai tre esercizi di valutazione svolti in Italia dagli anni 2000. Le quote sono calcolate rispetto al totale delle pubblicazioni di un dato paese, calcolato al netto delle duplicazioni dovute al fatto che un articolo può essere co-autorato da ricercatori appartenenti ad aree scientifiche diverse; come specificato nella Sezione 2, per costruzione la sommatoria delle pubblicazioni delle aree scientifiche è dunque maggiore del totale analizzato nella Sezione 3.1[4]

	Italia			UE15			OCSE			MONDO		
Area	**2001-2003**	**2004-2010**	**2011-2014**	**2001-2003**	**2004-2010**	**2011-2014**	**2001-2003**	**2004-2010**	**2011-2014**	**2001-2003**	**2004-2010**	**2011-2014**
1	9.3	10.8	9.8	7.5	9.2	8.8	6.5	8.0	7.5	6.0	7.7	7.5
2	15.6	14.7	11.7	12.0	11.2	9.5	11.1	10.1	8.5	9.8	9.2	7.8
3	14.3	11.7	9.7	14.3	11.7	10.2	13.7	11.4	10.2	13.0	11.5	10.8
4	3.4	3.6	3.3	3.3	3.0	2.8	2.8	2.6	2.4	2.8	2.6	2.4
5	23.0	19.8	18.7	21.3	17.8	17.0	21.1	17.8	16.9	17.7	15.6	15.2
6	41.0	36.5	34.2	37.1	32.2	30.3	35.5	31.2	30.4	31.9	28.2	26.6
7	7.9	7.8	8.5	7.6	6.9	7.7	7.3	6.8	7.5	7.0	6.8	7.6
8a	1.8	2.0	2.0	1.7	2.0	2.0	1.3	1.6	1.6	1.2	1.5	3.2
8b	4.5	5.1	5.7	4.5	4.8	5.2	4.9	5.1	5.4	6.1	6.3	7.8
9	23.4	26.6	26.1	22.7	26.6	26.0	24.6	28.2	26.3	28.2	30.8	29.6
10	1.8	2.2	2.6	2.1	2.7	3.1	1.8	2.3	2.5	2.0	2.6	2.6
11a	2.8	3.1	3.3	2.8	3.2	3.5	2.4	2.9	3.0	2.2	2.7	2.7
11b	3.6	3.6	4.9	4.1	4.3	6.1	4.8	4.8	6.4	4.0	4.0	5.1
12	1.5	1.8	1.8	1.5	2.0	1.8	1.2	1.5	1.3	1.0	1.4	1.1
13	4.2	4.6	5.2	5.1	5.9	6.3	4.7	5.5	5.6	4.7	5.5	5.3
14	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.4	0.6	0.7	0.5	0.5	0.6

Tabella 3.2 La specializzazione scientifica italiana in termini di quote di articoli pubblicati a confronto con quella europea e mondiale, 2001-2016 (quota %). Fonte: SciVal-Scopus

Dalla tabella emerge in primo luogo che a livello mondiale nel periodo dell'ultima VQR la quota maggiore della produzione scientifica presente nella banca dati Scopus è assorbita

[4] La somma della produzione scientifica di un paese sulle aree può essere quindi maggiore di 100.

dall'Ingegneria industriale e dell'informazione (con il 29,6% delle pubblicazioni mondiali), seguite dalle Scienze mediche (con una quota del 26,6% della produzione scientifica mondiale), dalle Scienze biologiche (15,2%) e dalle Scienze chimiche (10,8%). Rispetto all'inizio degli anni 2000 è aumentato il peso dell'Ingegneria industriale e dell'informazione, e diminuito invece quello delle Scienze Mediche e delle Scienze fisiche. Si noti come i settori delle scienze umane e sociali abbiano un peso relativamente molto minore rispetto a quello delle scienze naturali, matematiche e ingegneristiche; tra le scienze umane e sociali, quelle maggiormente presenti sul database Scival-Scopus sono le Scienze Economiche e statistiche (che rappresentano nel quadriennio VQR2 il 5,3% della produzione scientifica mondiale) e le Scienze Psicologiche (5,1%); trascurabile risulta il peso delle Scienze politiche e sociali e delle Scienze giuridiche, per le quali il database utilizzato risulta effettivamente molto poco rappresentativo. Dagli anni 2000, a livello mondiale aumenta il peso relativo delle Scienze matematiche e informatiche, dell'Architettura, dell'Ingegneria civile, dell'Ingegneria industriale e dell'informazione, delle Scienze psicologiche e delle Scienze economiche e statistiche; diminuisce invece quello delle Scienze fisiche, biologiche e mediche.

La specializzazione italiana è complessivamente piuttosto simile a quella mondiale, anche se emergono alcune importanti differenze. La figura 3.3 presenta un indicatore di specializzazione scientifica relativa, costruito come il rapporto tra la quota di un'area in un dato paese e la quota di quell'area a livello mondiale: se la quota dell'area nel paese considerato è maggiore della rispettiva quota mondiale, l'indicatore è superiore a uno e viceversa. L'Italia è caratterizzata da una quota superiore a quella media mondiale nelle aree delle Scienze fisiche, della terra e delle Scienze mediche.. Confrontata con UE15 e OCSE, la quota italiana è inferiore a entrambe unicamente per le Scienze chimiche, la Psicologia, le Scienze economiche e le Scienze politiche e sociali.

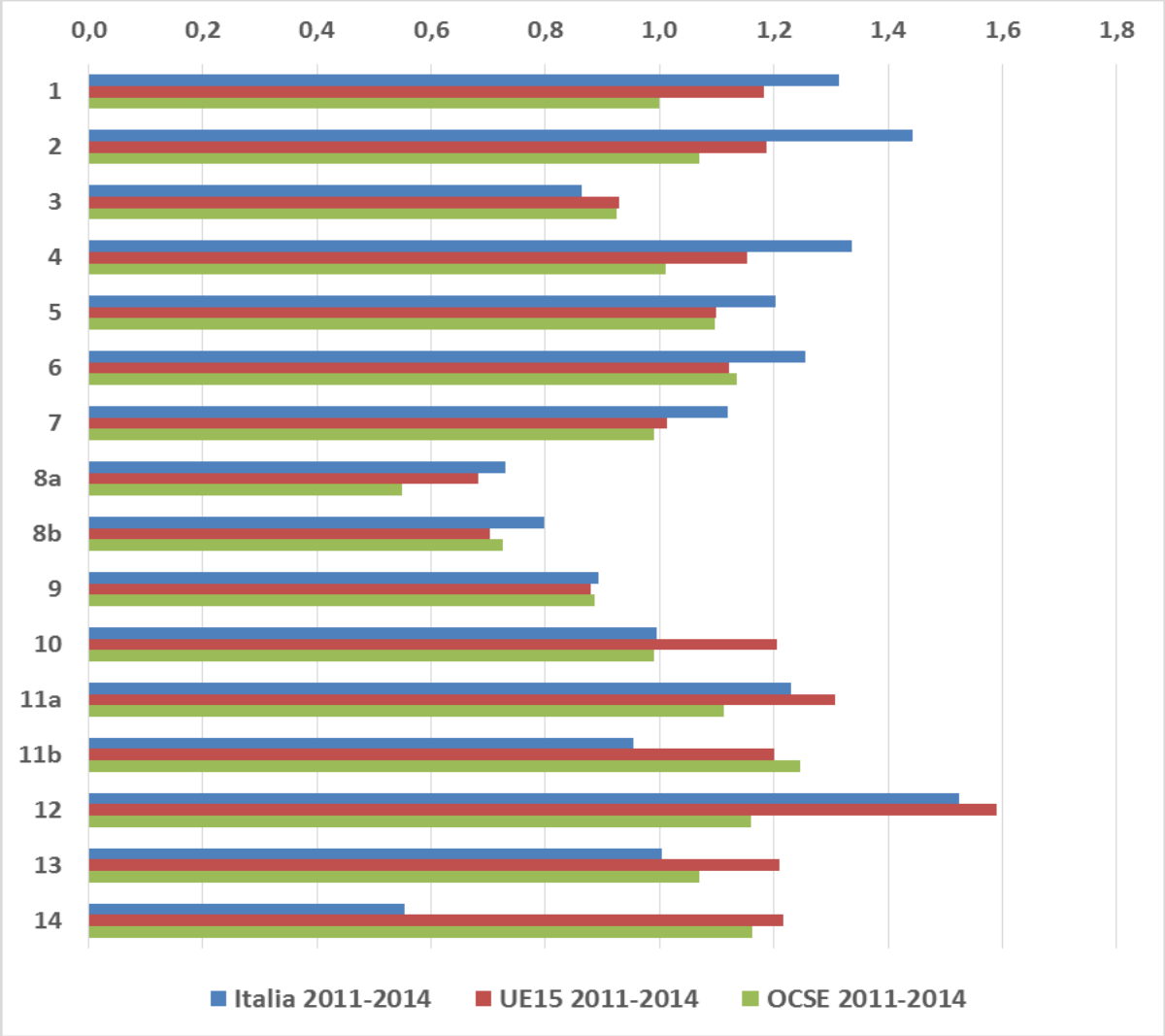


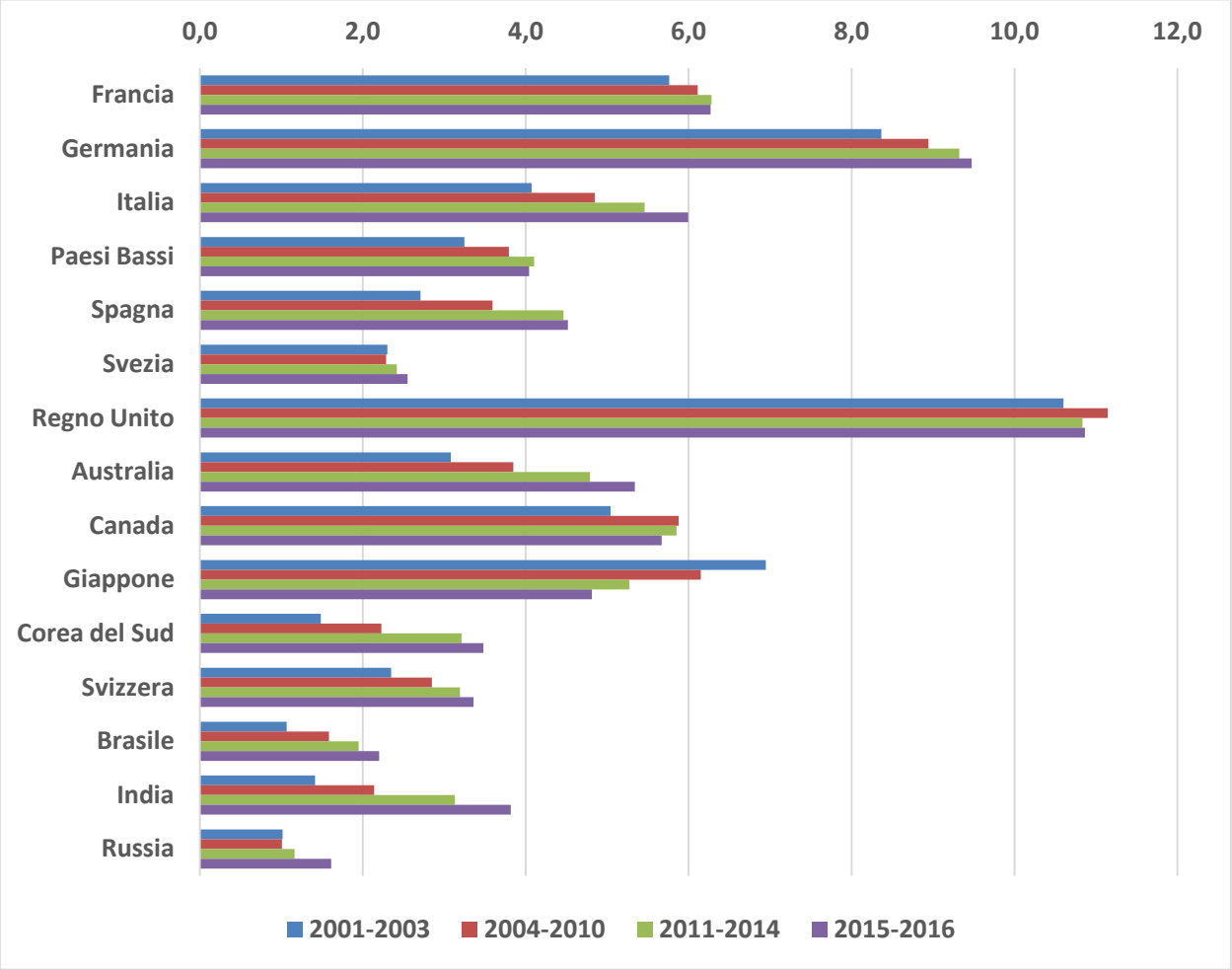
Figura 3.3 Indice di specializzazione scientifica relativa di Italia, Unione Europea e OCSE, 2011-14. Fonte: SciVal-Scopus

4. L'impatto della ricerca scientifica

4.1 Le citazioni

Alla sostanziale stabilità della quota italiana sulle pubblicazioni scientifiche mondiali corrisponde nel periodo della VQR2 un graduale aumento di quella calcolata in termini di citazioni, che sale dal 4,1% del periodo 2001-2003, al 4,8% del periodo della prima VQR, fino al 5,5% nella media del periodo 2011-14; i dati ancora provvisori per il biennio 2015-16 mostrano un ulteriore aumento al 5,9%. Anche in questo caso, il panorama mondiale è caratterizzato dalla

forte crescita del ruolo dei BRIC (passati in termini di quota dal 6% del periodo 2001-2003 al 25% del biennio 2015-16). Tra i BRIC, a crescere è soprattutto la quota della Cina, che passa dal 2,6 al 18,8% tra il triennio della VTR e il biennio più recente. Più modesto è l'aumento registrato dagli altri paesi emergenti. All'aumento dell'importanza dei BRIC corrisponde una riduzione dell'incidenza sulle pubblicazioni mondiali dei paesi OCSE, che passano dal 91,1% di citazioni nel periodo 2001-2003 al 75,7% del biennio 2015-16. Il calo della quota di citazioni dei paesi OCSE è spiegato interamente dal declino dell'importanza relativa delle citazioni alle pubblicazioni di autori di Stati Uniti e Giappone: la quota di citazioni USA passa dal 45,3 al 34% nell'intervallo di tempo considerato, quella del Giappone dal 6,9 al 4,8%. I principali paesi europei registrano o una crescita moderata come l'Italia, o una sostanziale stabilità: una crescita simile a quella italiana si registra in Spagna (dal 2,7 al 4,5%). La quota della Francia passa nel periodo considerato dal 5,8 al 6,3%, quella della Germania dall'8,4 al 9,5%, quella del Regno Unito dal 10,6 al 10,9%. Al di fuori dell'Europa, una crescita si verifica pure in Australia (dal 3,1 al 5,3%) e in Corea del Sud (dal 1,5 al 3,5%).


0,0
2,0
4,0
6,0
8,0
10,0
12,0
Francia
Germania
Italia
Paesi Bassi
Spagna
Svezia
Regno Unito
Australia
Canada
Giappone
Corea del Sud
Svizzera
Brasile
India
Russia
2001-2003
2004-2010
2011-2014
2015-2016

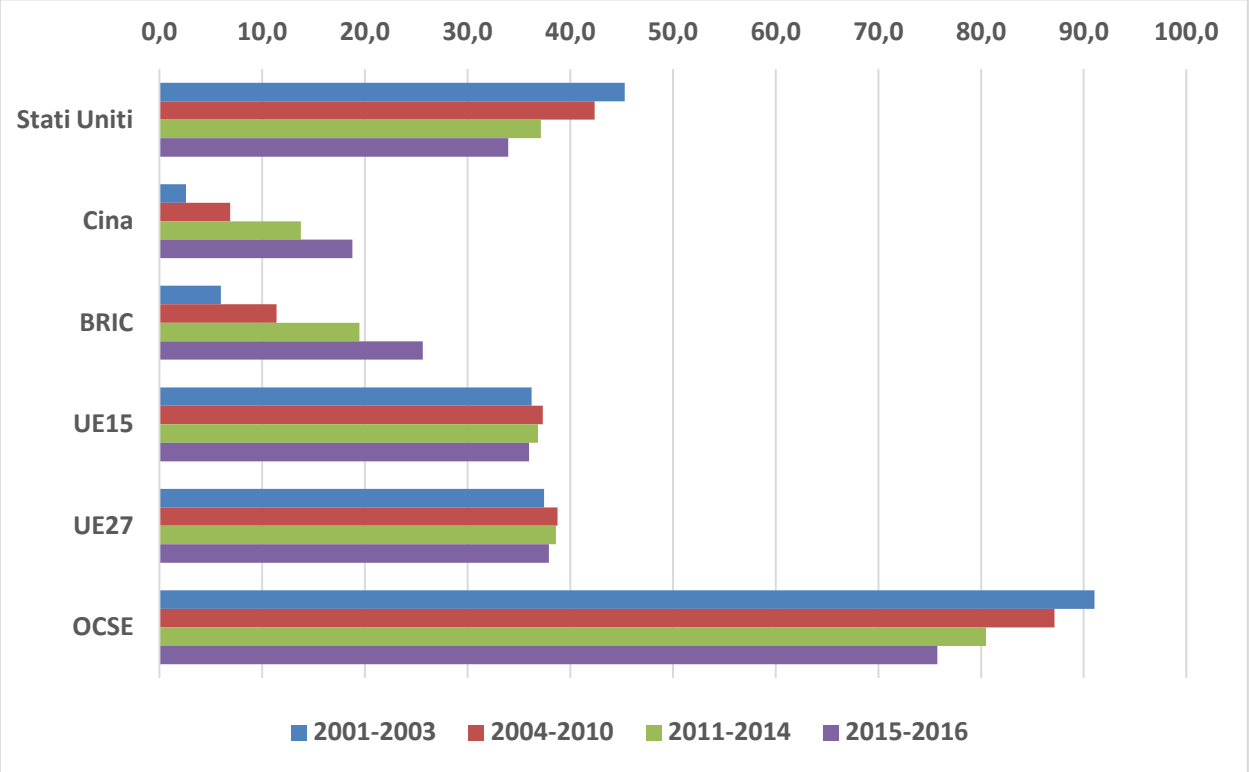


Figura 4.1 Quote nazionali delle citazioni rispetto al totale mondiale, 2001-2016. Fonte: SciVal-Scopus

4.2 L'impatto

L'analisi dell'andamento della quota relativa delle citazioni fornisce una prima misura dell'importanza della produzione scientifica di un paese nel contesto internazionale; il dato risente però della dimensione relativa del paese in termini di produzione scientifica e indirettamente quindi della struttura demografica mondiale, con i paesi più grandi che hanno un peso relativamente maggiore anche in termini di citazioni. Una misura più precisa della qualità in termini di impatto dell'attività di ricerca di un paese è data dall'indicatore del numero di citazioni per pubblicazione (denominato comunemente "indicatore d'impatto", Tabella 4.1). Nel quadriennio della VQR2 la ricerca italiana ha avuto un impatto medio superiore (9,7 citazioni per pubblicazione) a quello mondiale (6,3 citazioni per pubblicazione), europeo (8,1) e dei paesi OCSE (8). Nel confronto con i principali paesi europei, l'impatto della ricerca italiana è superiore rispetto a quello della Spagna (9,2) e della Francia (9,6) ma inferiore a quello di Germania e Regno Unito (10,2), Svezia (11,9), Paesi Bassi (12,9) e Svizzera (13,8, leader mondiale). Tra i paesi extra europei, ci sopravanzano gli Stati Uniti (10,2) e il Canada (10,4), mentre l'impatto è inferiore a quello italiano in Corea del Sud (7,6), Giappone (6,9) e nei BRIC. La posizione italiana è stabile rispetto a quanto osservabile nei periodi precedenti (il settennio

della prima VQR, il triennio della VTR), per i quali il dato citazionale è più assestato e definitivo rispetto a quanto riscontrabile sulla base dei dati del quadriennio 2011-14.

Il confronto tra paesi relativo al rapporto tra numero di citazioni e numero di pubblicazioni può risentire degli effetti di composizione dovuti alle diverse caratteristiche citazionali dei vari settori scientifici e al diverso peso degli stessi nei vari paesi; per correggere tali possibili distorsioni, la tabella 4.1 presenta anche il dato relativo all'indicatore denominato *Field Weighted Citation Impact*, sempre di fonte Scopus. L'indicatore è basato sul rapporto tra citazioni effettive e citazioni attese, calcolate in base alla media delle citazioni ricevute dagli articoli di uno specifico settore disciplinare, tipologia e anno di pubblicazione; esso assume valori maggiori di uno qualora l'impatto scientifico sia maggiore di quello atteso in un dato anno, e viceversa. L'indicatore mostra in primo luogo una comune tendenza all'aumento nel tempo, a riflesso soprattutto del progressivo ampliamento del database. Osservando il periodo della VQR2, l'Italia si posiziona su livelli piuttosto elevati, con un valore medio pari a 1,5, più alto della media Europea e OCSE; con riferimento ai singoli paesi, il dato italiano è migliore di quello della Francia (1,3), della Spagna (1,3) e della Germania (1,4) e inferiore invece, in Europa, a Regno Unito (1,6), Svezia (1,7) e Paesi Bassi e Svizzera (1,8). Tra i paesi extra europei, l'Italia mostra un impatto relativo maggiore rispetto a Corea del Sud (1,1) e Giappone (1,0), in linea con Stati Uniti e Canada, e inferiore invece a quello dell'Australia. Gli unici paesi, tra quelli analizzati, che mostrano valori inferiori al livello medio mondiale sono i paesi BRIC e il Giappone.

Paese	2001-2003		2004-2010		2011-2014		2015-2016	
	Citazioni per pubblicazione	*FWCI*	Citazioni per pubblicazione	*FWCI*	Citazioni per pubblicazione	*FWCI*	Citazioni per pubblicazione	*FWCI*
Francia	28.4	1.19	21.0	1.28	9.6	1.35	1.6	1.38
Germania	29.9	1.28	22.0	1.35	10.2	1.43	1.7	1.45
Italia	27.3	1.20	21.0	1.36	9.7	1.51	1.7	1.61
Paesi Bassi	39.7	1.58	29.0	1.71	12.9	1.79	2.1	1.82
Spagna	25.3	1.03	19.4	1.19	9.2	1.29	1.6	1.29
Svezia	37.9	1.49	27.4	1.55	11.9	1.70	1.9	1.63
Regno Unito	33.9	1.41	23.9	1.48	10.2	1.55	1.7	1.58
Australia	31.1	1.26	22.5	1.42	10.1	1.55	1.7	1.56
Canada	34.2	1.40	23.9	1.46	10.4	1.51	1.7	1.48
Giappone	21.5	0.96	15.5	0.96	6.9	0.97	1.2	0.96
Corea del Sud	20.2	0.99	14.8	1.00	7.6	1.08	1.3	0.99
Svizzera	41.0	1.64	30.6	1.77	13.8	1.83	2.3	1.85
Stati Uniti	38.3	1.52	25.0	1.48	10.2	1.47	1.6	1.42

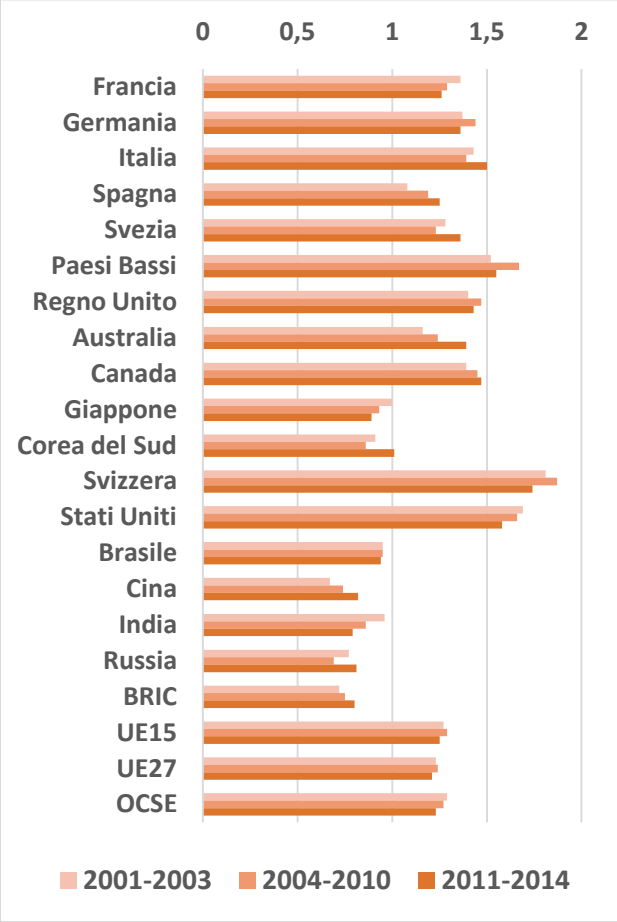
Brasile	19.1	0.77	13.3	0.81	5.5	0.83	1.0	0.90
Cina	11.7	0.57	9.3	0.65	5.4	0.81	1.2	0.91
India	16.1	0.63	12.4	0.76	4.9	0.75	0.9	0.74
Russia	9.2	0.49	8.5	0.55	4.2	0.72	0.7	0.82
BRIC	12.7	0.58	9.9	0.67	5.2	0.78	1.1	0.85
UE15	28.9	1.22	20.2	1.28	8.6	1.32	1.4	1.32
UE27	27.6	1.17	19.2	1.23	8.2	1.26	1.4	1.27
UE28	27.5	1.17	19.1	1.22	8.1	1.26	1.4	1.27
OCSE	29.5	1.23	19.5	1.23	8.0	1.23	1.3	1.20
MONDO	22.2	1.00	15.1	1.00	6.3	1.00	1.1	1.00

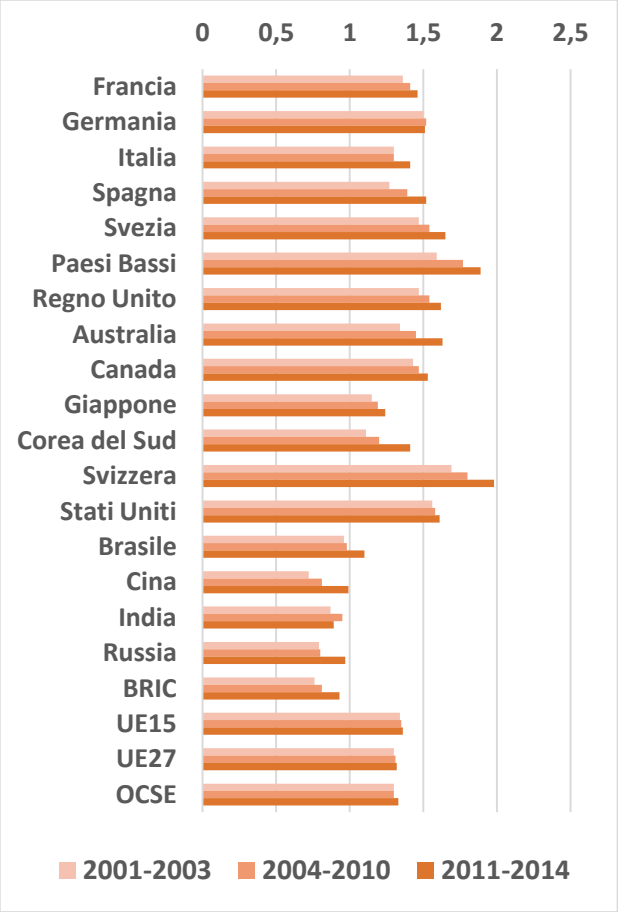
Tabella 4.1 Impatto citazione assoluto e Field Weighted, 2001-2016. Fonte: SciVal - Scopus

4.3 L'impatto nelle aree VQR

I dati relativi all'impatto citazionale della ricerca scientifica sono disponibili anche disaggregati per ciascuna delle aree bibliometriche della VQR; l'indicatore preso in esame è ancora il *Field Weighted Citation impact*, che come detto normalizza l'impatto rispetto alle citazioni attese per una data area scientifica e anno di riferimento. Nel periodo 2011-2014, confrontando il dato con quello dei principali paesi europei e mondiali, emerge in primo luogo come in tutti i settori l'Italia mostri un impatto scientifico migliore di quello medio mondiale (ossia, l'indicatore è sempre maggiore di 1). Nella maggior parte dei casi, inoltre, l'indicatore è maggiore rispetto alla media della UE a 15 paesi e a quella OCSE. L'Italia non si colloca però in genere nei primissimi posti in termini di impatto; fanno eccezione i settori dell'ingegneria civile e dell'ingegneria industriale e dell'informazione, dove il dato italiano è tra i top 3 mondiali.

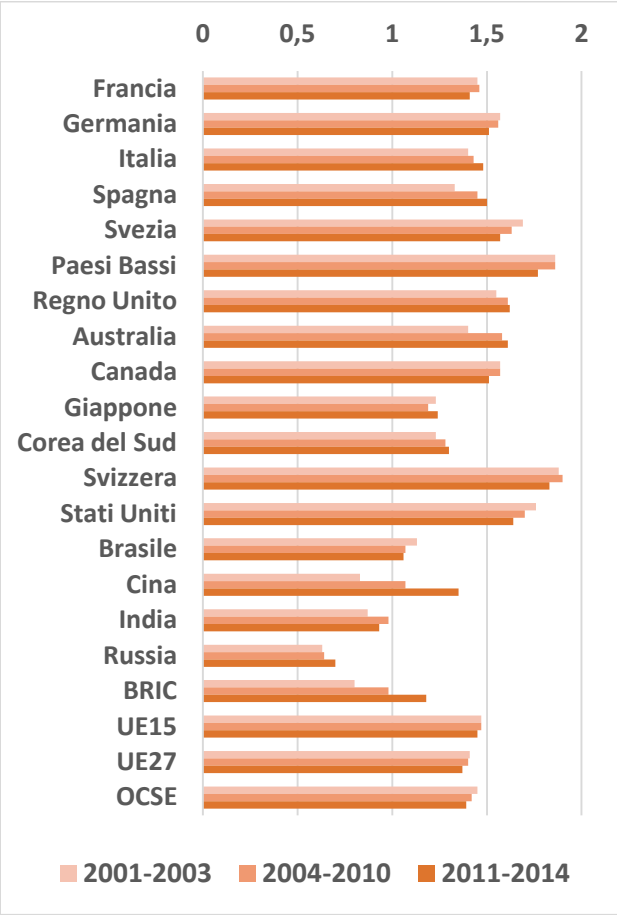
Area 1 **Area 2**

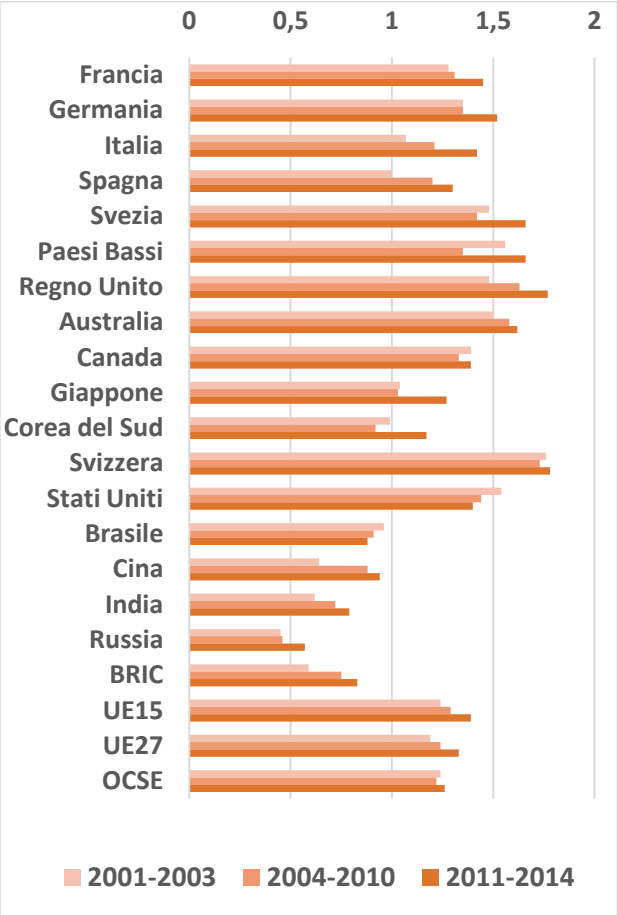

0
0,5
1
1,5
2
Francia
Germania
Italia
Spagna
Svezia
Paesi Bassi
Regno Unito
Australia
Canada
Giappone
Corea del Sud
Svizzera
Stati Uniti
Brasile
Cina
India
Russia
BRIC
UE15
UE27
OCSE
2001-2003
2004-2010
2011-2014


0
0,5
1
1,5
2
2,5
Francia
Germania
Italia
Spagna
Svezia
Paesi Bassi
Regno Unito
Australia
Canada
Giappone
Corea del Sud
Svizzera
Stati Uniti
Brasile
Cina
India
Russia
BRIC
UE15
UE27
OCSE
2001-2003
2004-2010
2011-2014

Area 3

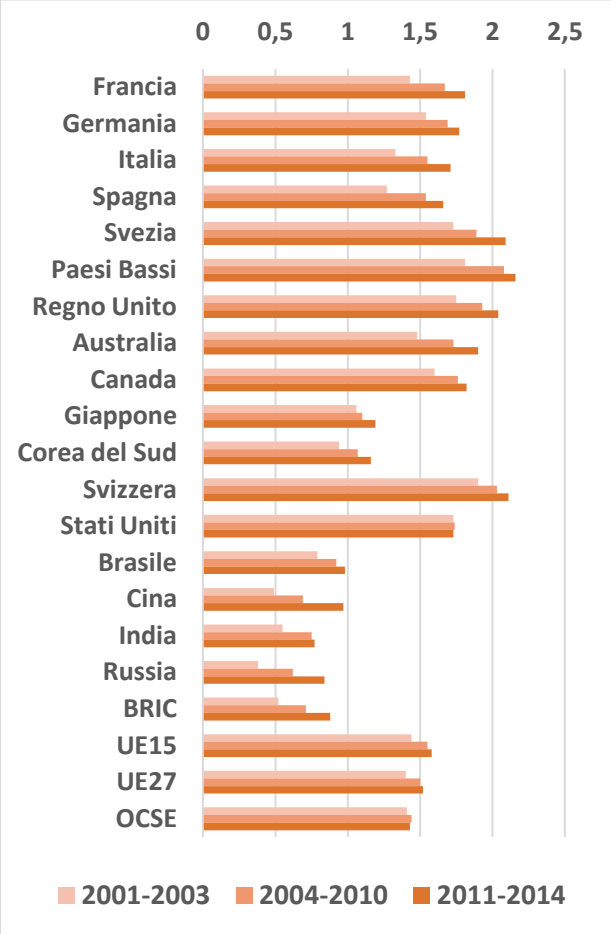
Area 4

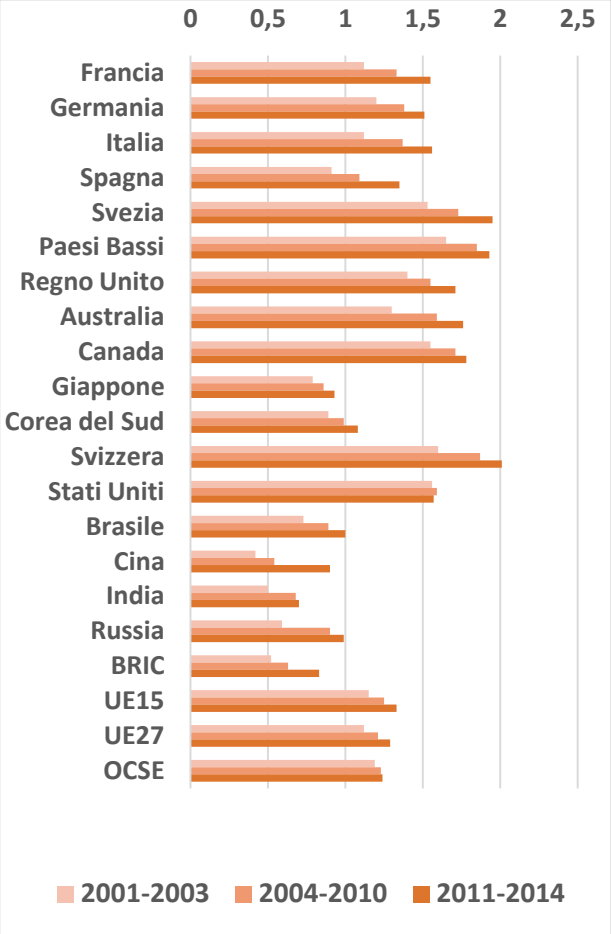

0
0,5
1
1,5
2
Francia
Germania
Italia
Spagna
Svezia
Paesi Bassi
Regno Unito
Australia
Canada
Giappone
Corea del Sud
Svizzera
Stati Uniti
Brasile
Cina
India
Russia
BRIC
UE15
UE27
OCSE
2001-2003
2004-2010
2011-2014


0
0,5
1
1,5
2
Francia
Germania
Italia
Spagna
Svezia
Paesi Bassi
Regno Unito
Australia
Canada
Giappone
Corea del Sud
Svizzera
Stati Uniti
Brasile
Cina
India
Russia
BRIC
UE15
UE27
OCSE
2001-2003
2004-2010
2011-2014

Area 5

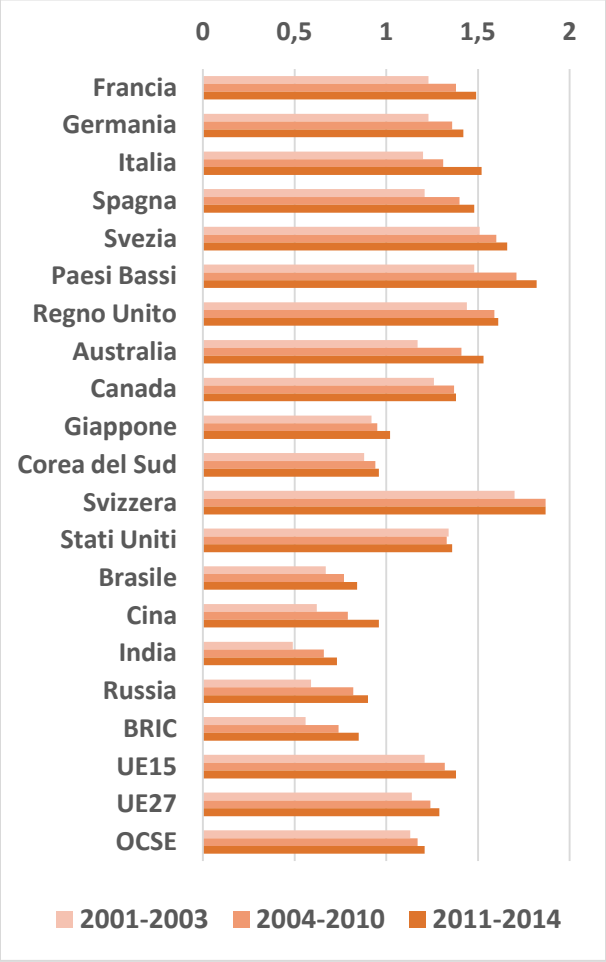
Area 6



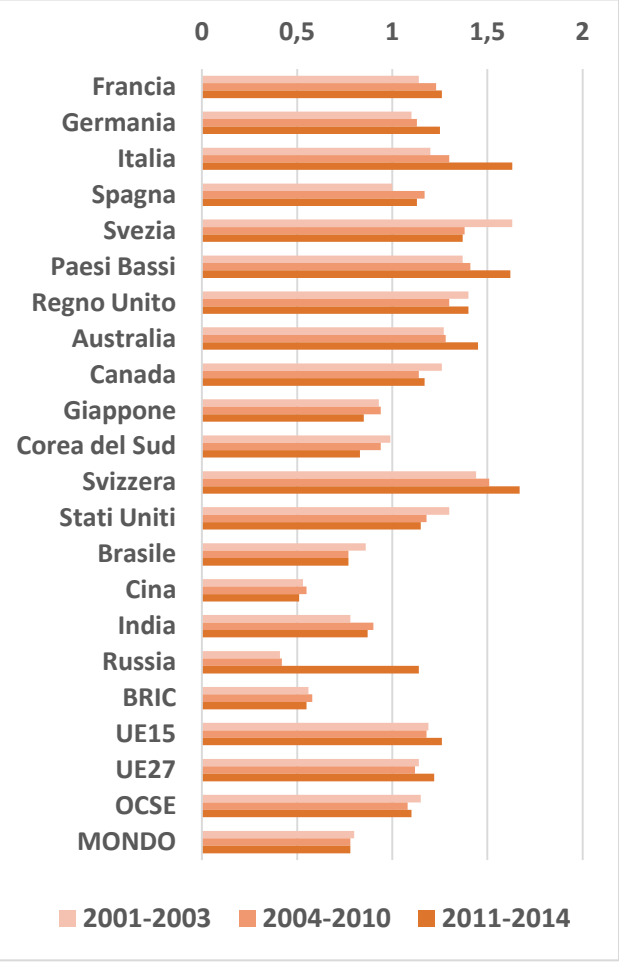


Area 7

Area 8b



Area 9



Area 11b

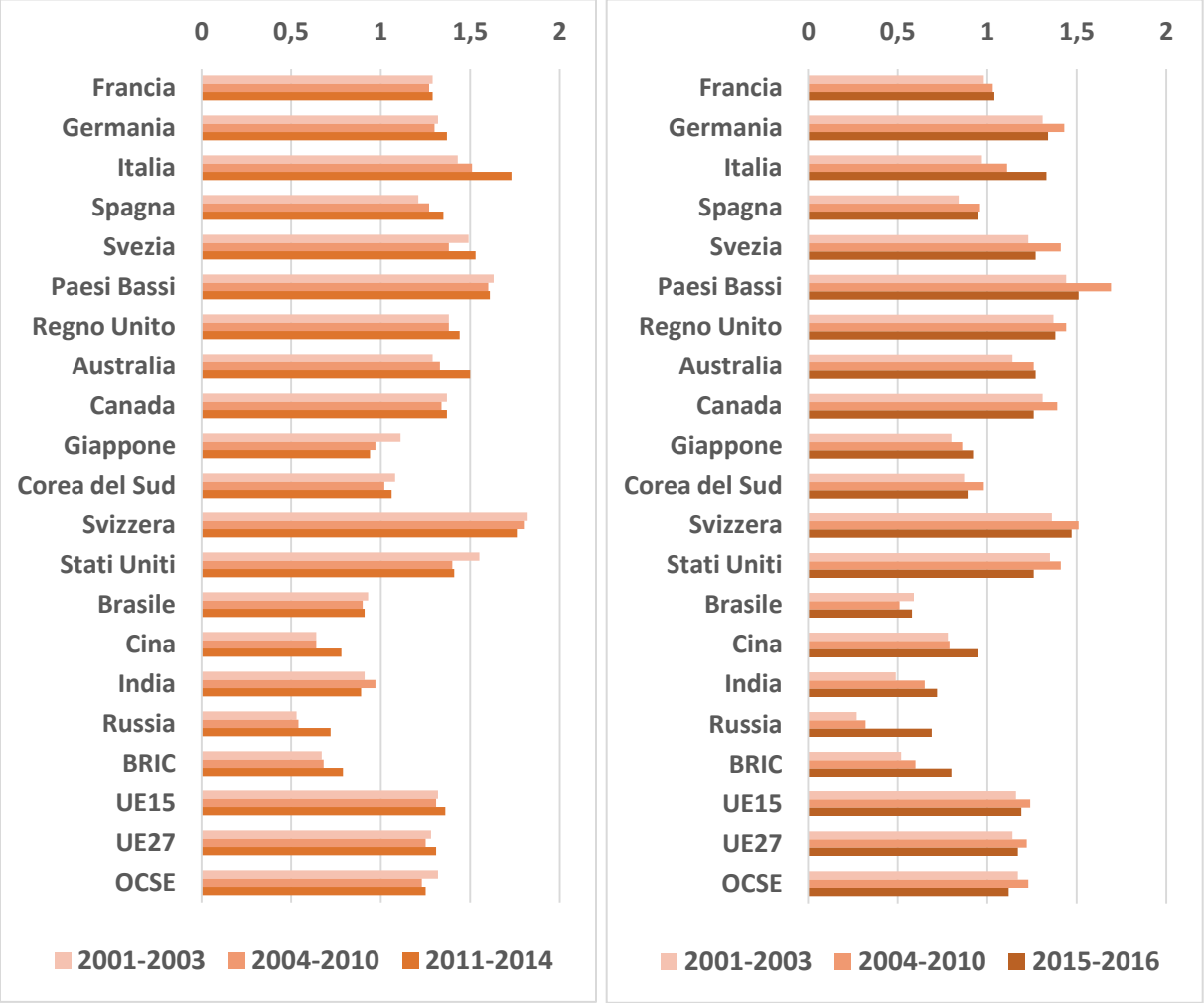


Figura 4.2 *Field Weighted Citation Impact* per area scientifica bibliometrica, anni 2001-2003, 2004-2010, 2011-2014. Fonte: SciVal - Scopus

5. L'attività di collaborazione scientifica

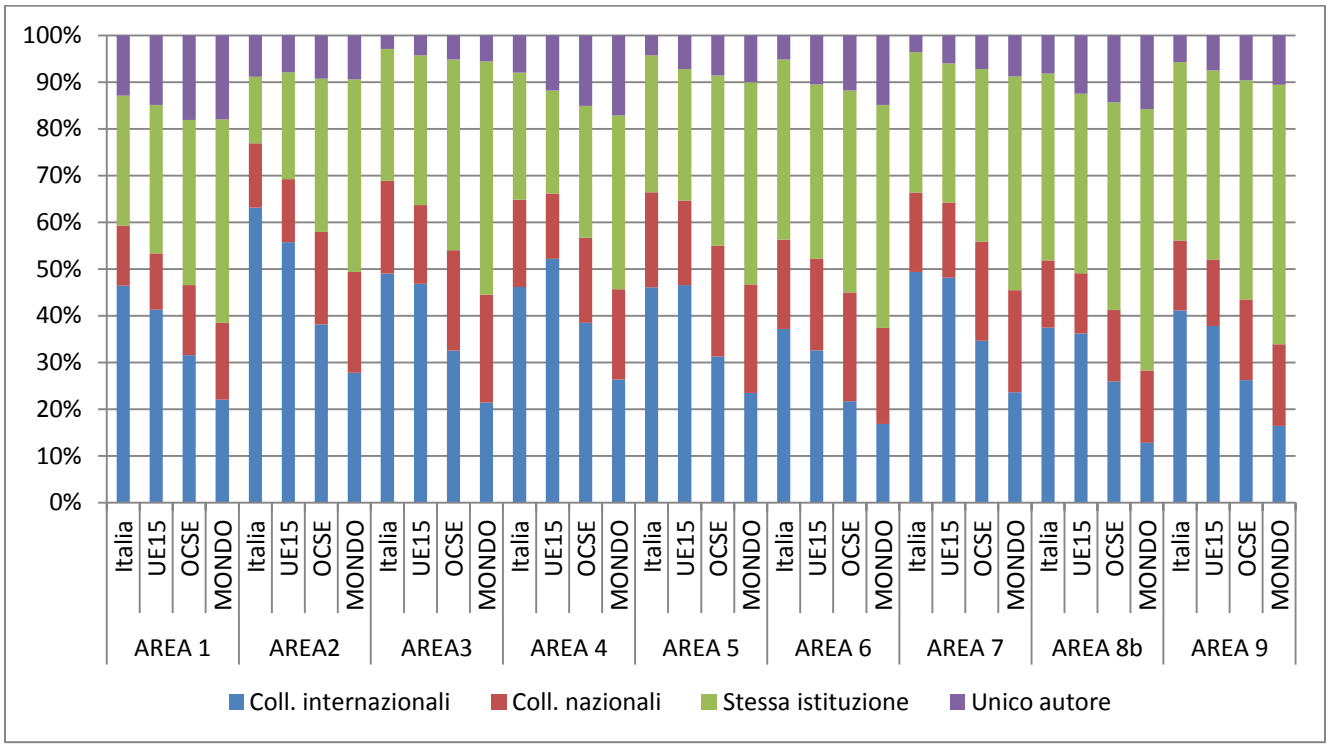
La Tabella 5.1 presenta il quadro complessivo relativo all'attività di collaborazione scientifica per il periodo della VQR2. A livello mondiale, la maggior parte delle pubblicazioni (il 46,4%) è svolta in collaborazione con coautori all'interno della stessa istituzione; il 18% circa è svolto invece in collaborazione con altri autori nazionali e un altro 18% circa con coautori internazionali. La quota di pubblicazioni con un solo autore è pari a livello mondiale al 17,8%. Nella media europea, però, prevalgono piuttosto le pubblicazioni svolte in collaborazione internazionale (37,1% nell'Europa a 15), seguite da quelle con collaboratori nella stessa istituzione (33,2%) e dalle pubblicazioni con altri coautori nazionali (15,2%). Le pubblicazioni

con un solo autore in Europa sono in media pari al 14,6%. L'Italia da questo punto di vista è sostanzialmente allineata con Francia, Germania e Regno Unito, con una quota di pubblicazioni con coautori internazionali pari al 41%. Le pubblicazioni italiane con coautori nazionali sono invece pari al 16%, quelle con uno o più coautori della stessa istituzione al 33,8%. Le pubblicazioni con un solo autore ammontano nel nostro paese a solo il 9,2% del totale, una delle quote più basse tra tutti i paesi considerati.

Paese	2011-2014			
	Quota pubblicazioni con collaborazioni internazionali	Quota pubblicazioni con collaborazioni nazionali	Quota pubblicazioni con una sola istituzione	Quota pubblicazioni con un solo autore
Francia	47.9	20.00	20.3	11.80
Germania	45.4	11.70	31.4	11.50
Italia	41.0	16.10	33.8	9.20
Paesi Bassi	52.6	11.90	26.3	9.20
Spagna	41.7	14.20	35.3	8.80
Svezia	55.2	9.10	24.8	10.90
Regno Unito	44.4	11.30	23.8	20.60
Australia	44.3	15.00	26.2	14.60
Canada	45.1	10.90	31.5	12.60
Giappone	24.5	22.90	43.7	8.90
Corea del Sud	26.3	24.80	43.2	5.70
Svizzera	61.8	5.00	23.5	9.70
Stati Uniti	29.3	19.40	33.4	17.90
Brasile	26.3	25.40	42.4	6.00
Cina	16.4	19.80	59.1	4.70
India	16.8	9.10	66.9	7.30
Russia	28.0	12.90	42.9	16.20
BRIC	17.8	18.10	58.0	6.10
UE15	37.1	15.20	33.2	14.60
UE27	35.1	14.90	35.0	15.00
UE28	34.9	14.90	35.1	15.00
OCSE	25.3	19.10	39.0	16.60
MONDO	17.5	18.30	46.4	17.80

Tabella 5.1 Quota di pubblicazioni in collaborazione per provenienza del coautore, anni 2011-14 (valori complessivi del periodo). Fonte: SciVal - Scopus

La Figura 5.1 presenta quindi i dati relativi alla collaborazione scientifica distinti per area VQR, distinguendo tra aree bibliometriche e non bibliometriche. A livello mondiale, la quota di pubblicazioni con un singolo autore va da un minimo del 2,9% nelle Scienze chimiche a un massimo del 70,8% nelle Scienze politiche e sociali, a conferma della grande diversità delle consuetudini di pubblicazione tra le varie aree. In Italia i dati sono sostanzialmente simili a quelli che emergono a livello mondiale, con un maggior peso in tutte le aree ai lavori in collaborazione internazionale, che vanno da un massimo del 63,1% del totale nelle Scienze fisiche a un minimo del 21,7% nelle Scienze politiche e sociali.



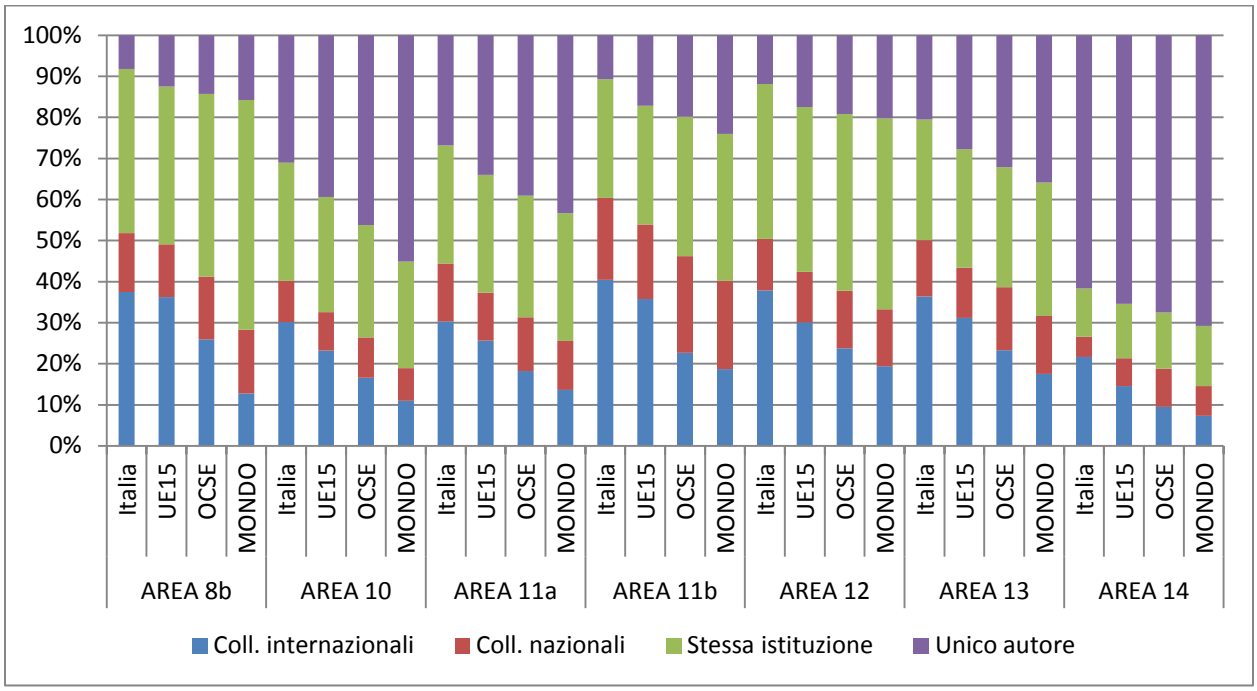


Figura 5.1 Quota di pubblicazioni in collaborazione nelle aree VQR per provenienza del coautore, anni 2011-14 (valori complessivi del periodo). Fonte: SciVal - Scopus

6. La produttività scientifica

6.1 Pubblicazioni per unità di spesa e per ricercatore

La definizione di produttività scientifica usata in questo paragrafo considera il rapporto tra la quantità di *output* di ricerca realizzato da un paese e gli *input* utilizzati nel processo di produzione. Nello specifico, l'*output* considerato è costituito dal numero di pubblicazioni scientifiche presenti nel database internazionale *Scopus* (identificate tramite *SciVal*) e dal numero di citazioni complessive ricevute da tali pubblicazioni. Per quanto concerne gli *input*, invece, si considerano rispettivamente le risorse umane e quelle finanziarie impiegate nell'attività di ricerca. Le prime sono conteggiate sulla base del numero di ricercatori del paese, sia pubblici sia totali. Le seconde, invece, prendono in considerazione la spesa in Ricerca e Sviluppo, sia quella destinata al settore pubblico e all'Istruzione Superiore che totale, espressa in dollari a parità di potere d'acquisto (PPP), assumendo come anno base il 2010. Tutti i dati di *input* sono tratti dalla banca dati *Main Science and Technology Indicators* dell'OCSE. I quozienti qui presentati vanno ovviamente considerati con cautela, dato che implicitamente assumono che

la funzione di produzione scientifica sia caratterizzata da un solo *input* e un solo *output* e, parimenti, non vi siano differenze tra i diversi sistemi scientifici e di ricerca.

La Tabella 6.1 riporta l'indicatore di pubblicazioni per unità di spesa considerando al numeratore sempre il totale delle pubblicazioni, ma prendendo al denominatore alternativamente la spesa totale o la sola spesa riconducibile al settore pubblico. Tra il 2011 e il 2015, il numero di pubblicazioni per unità di spesa totale sale in Italia da 3,5 a 4,0 collocandosi su livelli nettamente superiori rispetto a quelli medi europei e dei principali paesi industriali; unici a sopravanzarci tra i paesi considerati sono il Regno Unito, con 4,5 pubblicazioni per unità di spesa, e la Spagna, con 4,8 pubblicazioni. Risultati simili si ottengono rapportando le pubblicazioni alla sola spesa del settore pubblico e dell'istruzione superiore.

	Rapporto pubblicazioni / Spesa Totale					Rapporto pubblicazioni / Spesa destinata al settore pubblico e all'istruzione terziaria				
Paese	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Australia	3.5		4.0			9.0		9.8		
Canada	3.6	3.8	4.0	4.2		7.8	7.9	8.1	8.5	
Cina	1.6	1.5	1.4	1.4	1.2	6.7	6.2	6.1	6.3	5.2
Corea del Sud	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	5.2	5.4	5.4	5.4	5.2
Francia	2.1	2.1	2.2	2.2	2.1	5.9	6.2	6.4	6.5	6.3
Germania	1.6	1.7	1.7	1.7	1.6	5.0	5.2	5.2	5.2	5.1
ITALIA	3.5	3.7	3.9	3.8	4.0	8.3	8.7	9.2	9.2	9.5
Giappone	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	4.2	4.2	3.8	4.0	3.9
Paesi Bassi	3.6	3.8	3.9	3.8	3.6	8.2	8.8	8.7	8.7	8.2
Regno Unito	4.5	5.0	4.9	4.6	4.5	13.0	14.3	14.2	14.0	13.8
Russia	1.3	1.3	1.3	1.5	1.7	3.3	3.1	3.4	3.7	4.2
Spagna	4.0	4.5	4.8	5.0	4.8	8.4	9.7	10.3	10.7	10.2
Stati Uniti	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	5.3	5.7	5.8	5.8	5.6
Svezia	2.4	2.6	2.7	2.9	2.7	8.0	8.2	8.8	9.0	9.1
Svizzera		3.1					10.9			
UE15	2.3	2.4	2.5	2.5	2.4	6.6	7.0	7.0	7.1	6.9
UE28	2.4	2.5	2.6	2.6	2.5	6.6	7.0	7.1	7.1	6.9
OCSE	1.6	1.7	1.6	1.6	1.5	5.3	5.5	5.6	5.6	5.4

(*) La spesa è espressa in milioni di dollari a prezzi 2010 e a parità di potere d'acquisto
(**) La spesa destinata al Governo e all'Istruzione Terziaria è ricalcolata sulla base delle quote percentuali dell'indicatore OECD-MSTI denominato GERD (Spesa Governativa in Ricerca e Sviluppo) destinate al Governo e all'Istruzione Terziaria

Tabella 6.1 Numero di pubblicazioni per unità di spesa in Ricerca e Sviluppo, Italia e principali paesi, 2011-2015. Fonte: Scopus – SciVal; OCSE – Main Science and Technology Indicators

La Tabella 6.2 riporta il numero di pubblicazioni per ricercatore; la tabella presenta le informazioni relative ai soli paesi per i quali è disponibile il dato relativo ai ricercatori. Anche in questo caso, l'indicatore è stato calcolato ponendo al denominatore alternativamente il totale dei ricercatori e i soli ricercatori pubblici (Amministrazioni centrali, istituzioni dell'Istruzione superiore ed enti *no-profit*), nell'ipotesi che l'attività di pubblicazione scientifica sia essenzialmente effettuata da ricercatori impegnati nel settore pubblico. I dati mostrano una sostanziale stabilità della produttività scientifica dei ricercatori italiani tra il 2011 e il 2015, in linea con quanto registrato nei principali paesi considerati. Guardando ai soli ricercatori pubblici, la produttività italiana, pari a 3,7 pubblicazioni per ricercatore nel 2014, è inferiore a quella di Francia (4,1) Paesi Bassi (5,2) e Regno Unito (21,2) ma superiore a Spagna (2,9) e Germania (2,7) e in linea con la Svezia (3,8 nel 2013).

	Rapporto pubblicazioni / Ricercatori totali					Rapporto pubblicazioni / Ricercatori pubblici				
Paesi	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Cina	0.2	0.2				1.2	1.2			
Corea del Sud	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.8	2.9	2.9	2.9	2.8
Francia	0.3	0.3	0.3	0.3		3.9	4.0	4.1	4.1	
Germania	0.3		0.3			2.3	2.4	2.4	2.7	
ITALIA	0.6	0.6	0.6	0.6		3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
Giappone	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	3.7	3.8	3.9	3.9	3.6
Paesi Bassi	0.6	0.5	0.5	0.5		6.3	4.8	5.0	5.2	
Regno Unito	0.4	0.4	0.4	0.4		20.0	21.1	21.8	21.2	
Russia	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
Spagna	0.4	0.4	0.4	0.4		2.4	2.6	2.8	2.9	
Svezia	0.4		0.4			5.0		3.8		
Svizzera		0.7					40.6		39.3	39.4

Tabella 6.2 Numero di pubblicazioni per ricercatore, Italia e principali paesi, 2011-2015. Fonte: Elaborazioni ANVUR su dati Scopus – SciVal; OCSE – Main Science and Technology Indicators

6.2 Citazioni per unità spesa e per ricercatore

Le Tabelle 6.3 e 6.4 presentano il numero di citazioni per unità di spesa e per ricercatore. In questo caso, il dato relativo all'andamento nel tempo non è informativo, poiché negli anni più recenti molte pubblicazioni non hanno ancora sviluppato appieno il proprio potenziale citazionale, e di conseguenza il numero medio di citazioni per unità di spesa o per ricercatore

diminuisce nel corso del tempo. Guardando al dato del 2011, per il quale si può ritenere che in larga parte le pubblicazioni abbiano raggiunto la loro "maturità" citazionale, l'Italia – con 48 e 114 citazioni rispettivamente per unità di spesa totale o spesa pubblica – si colloca su livelli nettamente superiori alla media dell'Europa a 15 (29 o 70,1 a seconda dell'aggregato di spesa considerato) e dei paesi OCSE (18,6 e 56,1). In Europa, valori più elevati di quelli italiani si registrano per Regno Unito, Paesi Bassi e Spagna; tra i paesi extra europei, la produttività per unità di spesa è più elevata di quella italiana in Australia e Canada e inferiore negli altri paesi considerati. La situazione rimane sostanzialmente invariata se si considerano i dati, non ancora assestati, relativi al 2015: con 10,8 e 25,9 citazioni per unità di spesa l'Italia sopravanza i principali paesi industriali, con l'eccezione ancora una volta di Spagna, Paesi Bassi e Regno Unito.

	Rapporto citazioni / Spesa Totale					Rapporto citazioni / Spesa destinata al settore pubblico e all'istruzione terziaria				
Paese	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Australia	51.5		36.1			131.0		88.3		
Canada	55.5	46.3	36.3	24.1		119.2	95.5	73.4	48.5	
Cina	11.3	9.5	7.4	5.2	2.5	46.7	39.8	31.7	22.7	10.6
Corea del Sud	12.1	10.4	7.4	4.8	2.3	55.6	49.9	36.7	23.8	11.2
Francia	28.3	23.6	18.3	11.6	5.6	81.3	69.5	53.9	34.7	16.7
Germania	23.5	19.6	15.3	9.7	4.6	72.5	61.2	46.7	29.8	14.4
Italia	48.0	42.7	33.6	21.6	10.8	114.2	99.7	79.5	51.9	25.9
Giappone	8.8	7.2	5.2	3.2	1.5	41.0	32.9	23.0	15.4	7.5
Paesi Bassi	66.8	59.0	43.6	26.8	12.7	153.9	135.8	98.3	60.9	28.6
Regno Unito	66.4	59.0	43.1	27.1	12.6	192.0	169.7	125.6	81.9	38.8
Russia	7.3	6.7	5.1	3.9	2.1	18.8	16.1	13.0	9.6	5.1
Spagna	52.3	49.6	38.7	26.7	12.2	109.7	105.8	82.7	56.8	25.8
Stati Uniti	21.5	17.9	12.9	8.1	3.6	78.7	67.0	50.9	32.7	14.8
Svezia	42.2	37.3	28.4	19.8	8.8	137.8	116.7	92.0	60.4	29.1
Svizzera		52.5					181.8			
UE15	29.1	24.5	18.7	11.9	5.5	82.3	70.1	53.1	34.1	16.0
UE28	28.5	23.9	18.3	11.7	5.4	77.9	66.1	50.5	32.6	15.1
OCSE	18.6	15.4	11.4	7.2	3.3	61.4	51.1	38.6	24.8	11.3

Tabella 6.3 Citazioni per unità di spesa in Ricerca e Sviluppo, Italia e principali paesi, 2011-2014. Fonte: Elaborazioni ANVUR su dati Scopus – SciVal e OCSE – Main Science and Technology Indicators

La tabella 6.4 riporta infine la produttività in termini di numero di citazioni per ricercatore nel periodo 2011-2015. Corea del Sud e Olanda presentano la produttività più elevata tra i paesi esaminati, con l'Italia in posizione di immediato rincalzo.

	Rapporto citazioni / Ricercatori totali					Rapporto citazioni / Ricercatori pubblici				
Paesi	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Cina	1.4	1.3				8.6	7.9			
Corea del Sud	7.3	6.6	5.7	4.1	2.0	116.1	107.6	89.6	64.7	31.9
Francia	4.4	3.5	2.7	1.7		53.6	45.0	34.6	22.2	
Germania	4.2		2.6			34.0	28.7	21.9	15.6	
ITALIA	8.0	7.0	5.4	3.5		51.2	42.6	31.8	21.0	10.2
Giappone	1.4	1.2	0.9	0.6	0.3	36.5	30.4	23.4	15.0	6.9
Paesi Bassi	11.4	8.0	5.7	3.6		118.2	73.6	55.9	36.4	
Regno Unito	5.9	5.0	3.6	2.3		295.3	250.7	193.0	124.1	
Russia	0.6	0.6	0.5	0.4	0.2	1.9	1.7	1.4	1.1	0.6
Spagna	4.6	4.2	3.3	2.2		30.7	28.4	22.3	15.1	
Svezia	6.9		3.7			86.0		39.9		
Svizzera		11.0					678.0		297.8	150.3

Tabella 6.4 Citazioni per ricercatore, Italia e principali paesi, 2011-14. Fonte: Elaborazioni ANVUR su dati Scopus – SciVal e OCSE – Main Science and Technology Indicators

7. L'eccellenza della produzione scientifica

7.1 L'eccellenza scientifica

I dati presentati nei paragrafi precedenti mostrano che la ricerca italiana si situa in genere sopra la media mondiale ed europea in termini di produzione scientifica, impatto di questa e produttività. La ricerca italiana è competitiva rispetto ai principali paesi europei (Francia e Germania), anche se è indietro rispetto ai paesi *leader* continentali, a seconda dell'indicatore e del settore considerati identificabili soprattutto nell'Olanda, la Svezia e la Svizzera. I dati sino ad ora esaminati tuttavia si riferiscono alla produzione media di un paese o di un settore, e nulla dicono riguardo alla presenza della ricerca italiana nelle posizioni di eccellenza della ricerca

mondiale. In quest'ultima Sezione, l'analisi è integrata calcolando due indicatori relativi alla distribuzione percentile mondiale delle pubblicazioni in termini di numero di citazioni e fattore d'impatto della sede di pubblicazione; come per le analisi relative all'impatto, si considerano le sole aree bibliometriche, per le quali i dati relativi a impatto citazionale e della sede di pubblicazioni sono ritenuti maggiormente affidabili.

Le Tabelle 7.1 e 7.2 presentano i dati relativi agli anni 2001, 2004, 2011 e 2014, che rappresentano gli anni di inizio dei tre esercizi di valutazione svolti in Italia e quello di fine dell'ultimo esercizio di valutazione qui presentato. In Italia, la quota di pubblicazioni di assoluta eccellenza (top 1%) in termini di numero di citazioni rispetto al totale delle pubblicazioni del paese aumenta dall'1,1 all'1,9% tra il 2001 e il 2014. Anche l'Europa migliora complessivamente la composizione delle proprie pubblicazioni, , passando da una quota di prodotti eccellenti pari all'1,2% nel 2001 al 1,4% nel 2014. I paesi leader mondiali in termini di eccellenza misurata sulle citazioni sono la Svizzera, i Paesi bassi, la Svezia e il Regno Unito; seguono gli Stati Uniti. L'Italia è sopravanzata anche dalla Francia e dalla Germania ed è in linea con la Spagna. I paesi BRIC, che pure come detto in precedenza hanno registrato forti guadagni in termini di quote e di impatto, sono ancora indietro in termini di eccellenza, con quote di pubblicazioni nel top 1% mondiale in termini di citazioni ancora inferiori all'1% della propria produzione. Risultati analoghi si ottengono guardando alla distribuzione in termini di *CiteScore*[5].

Se allarghiamo l'analisi al top 5% e al top 10% delle pubblicazioni, negli ultimi anni si conferma la capacità della scienza italiana di essere presente nell'eccellenza mondiale: la quota sul totale delle pubblicazioni italiane nel top 5% in termini di citazioni e di *CiteScore* sale rispettivamente tra il 2001 e il 2014 dal 5,7 all'8,9% e dal 13,6 al 15,8%; quella presente invece nel top 10% (che coincide con la definizione di eccellenza adottata nel Bando della VQR2) raggiunge rispettivamente il 18,5 e il 30,2% a seconda che si guardi alle citazioni o al *CiteScore*. Anche in questo caso, Svizzera, Paesi bassi, Svezia e Regno Unito si confermano i paesi leader mondiali, seguiti da Germania, Australia e Stati Uniti. Allargando l'eccellenza al 5%, l'Italia recupera rispetto alla Francia e si conferma migliore della Spagna e dei paesi emergenti, pur senza riuscire ad entrare nel ristretto novero di paesi al top della graduatoria. Se si considera infine il top 10%, il dato italiano è in linea con quello della Germania e migliore della Francia; i paesi leader

[5] Nei dati relativi all'eccellenza in termini di fattore d'impatto della rivista, il top 1, 5 e 10% sono calcolati a partire dalla distribuzione mondiale delle riviste e non dalla distribuzione delle singole pubblicazioni. Per tale motivo, il valore atteso a livello mondiale del numero di pubblicazioni che sono presenti su riviste top è maggiore rispettivamente del 1, 5 e 10%, poiché dipende dal diverso volume di pubblicazioni prodotto dalle riviste. La perfetta coincidenza si otterrebbe soltanto nel caso teorico in cui tutte le riviste producessero lo stesso numero di pubblicazioni.

restano anche in questo caso Svizzera, Paesi Bassi e Svezia e, al di fuori dell'Europa, gli Stati Uniti.

	Quota di pubblicazioni nel top 1%				Quota di pubblicazioni nel top 5%				Quota di pubblicazioni nel top 10%			
Paese	**2001**	**2004**	**2011**	**2014**	**2001**	**2004**	**2011**	**2014**	**2001**	**2004**	**2011**	**2014**
Francia	1.2	1.3	1.9	2.0	6.5	6.7	8.4	8.4	13.3	13.5	16.0	17.1
Germania	1.3	1.5	2.1	2.2	6.9	7.4	9.2	9.3	13.9	14.6	17.2	18.5
Italia	1.1	1.2	1.7	1.9	5.7	6.3	8.2	8.9	12.2	13.1	16.4	18.5
Paesi Bassi	1.9	2.4	3.0	3.0	10.0	10.7	12.6	11.9	19.4	19.6	22.7	23.0
Spagna	0.8	1.1	1.6	1.9	4.9	5.6	7.5	8.1	11.1	12.0	15.1	16.8
Svezia	1.6	1.8	2.5	2.7	8.5	8.7	10.5	10.5	17.9	17.3	19.9	20.7
Regno Unito	1.7	1.8	2.2	2.4	8.3	8.5	9.4	9.6	16.2	16.3	17.3	18.6
Australia	1.2	1.6	2.0	2.1	7.4	7.5	8.8	9.2	15.0	15.3	17.0	18.7
Canada	1.7	1.8	2.2	2.1	8.7	8.1	9.2	8.9	17.1	15.9	17.2	18.0
Giappone	0.7	0.8	1.0	1.1	4.2	4.5	5.0	5.3	9.3	9.7	10.3	11.6
Corea del Sud	0.5	0.7	1.2	1.2	3.6	4.1	5.6	6.2	8.5	9.1	11.6	13.3
Svizzera	2.3	2.6	3.3	3.4	11.0	10.9	13.3	12.8	20.4	20.6	23.2	24.1
Stati Uniti	2.3	2.2	2.2	2.2	10.2	9.5	9.5	9.2	18.8	17.5	17.5	18.2
Brasile	0.4	0.5	0.6	0.7	2.9	3.1	3.2	3.5	7.4	7.7	7.3	8.7
Cina	0.2	0.4	0.7	1.1	1.5	2.4	3.8	5.5	3.6	5.3	7.7	11.8
India	0.4	0.5	0.5	0.6	2.4	2.9	3.1	3.6	5.9	7.0	7.2	8.5
Russia	0.2	0.3	0.5	0.7	1.3	1.7	2.2	2.8	2.9	3.7	4.7	6.4
BRIC	0.3	0.4	0.6	0.9	1.8	2.4	3.4	4.7	4.2	5.5	7.2	10.4
UE15	1.2	1.3	1.5	1.5	6.6	6.7	7.5	7.5	13.6	13.7	15.0	16.0
UE27	1.2	1.2	1.4	1.4	6.2	6.3	7.0	7.0	12.9	12.9	14.0	15.0
UE28	1.2	1.2	1.4	1.4	6.2	6.3	6.9	6.9	12.9	12.9	13.9	15.0
OCSE	1.4	1.4	1.4	1.4	7.1	6.7	6.9	6.7	14.1	13.4	13.7	14.4
MONDO	1.0	1.0	1.0	1.0	5.1	5.0	5.1	5.2	10.2	10.1	10.3	11.4

Tabella 7.1 Quota di prodotti compresi tra i top 1, 5 e 10% della distribuzione mondiale dei prodotti eccellenti in termini di numero di citazioni. Fonte: SciVal Scopus

	Quota di pubblicazioni nel top 1% *CiteScore*				Quota di pubblicazioni nel top 5% *CiteScore*				Quota di pubblicazioni nel top 10% *CiteScore*			
Paese	**2001**	**2004**	**2011**	**2014**	**2001**	**2004**	**2011**	**2014**	**2001**	**2004**	**2011**	**2014**
Francia	3.0	2.9	3.4	3.4	14.5	14.7	17.5	18.9	29.7	29.4	31.6	33.8
Germania	2.9	3.0	3.5	3.8	14.0	14.5	18.1	19.0	28.2	28.5	31.9	34.2
Italia	2.7	2.9	3.1	3.0	13.6	14.0	15.4	15.8	28.6	28.7	28.9	30.2
Paesi Bassi	4.3	4.7	5.1	5.6	20.0	21.0	22.9	23.8	37.0	38.4	38.8	42.0
Spagna	2.0	2.0	3.0	3.1	11.7	12.1	16.1	17.2	26.7	26.9	29.9	32.2
Svezia	3.3	3.4	4.3	4.7	16.7	17.5	20.6	22.0	33.4	34.3	36.1	39.6
Regno Unito	3.8	3.8	3.9	4.3	18.2	17.8	19.3	20.7	34.1	33.5	33.0	36.7
Australia	3.2	3.1	3.6	3.8	15.5	16.0	18.5	19.7	29.6	30.1	32.2	36.3
Canada	3.8	3.8	3.9	3.9	17.5	17.5	19.2	19.6	33.4	32.4	33.5	36.1
Giappone	2.2	2.0	2.0	2.1	11.0	11.3	12.1	13.1	24.3	24.2	23.3	24.8
Corea del Sud	1.6	1.4	2.4	2.7	9.4	10.0	13.0	14.3	24.4	22.4	24.3	26.9
Svizzera	4.1	4.2	5.0	5.1	19.3	19.5	23.3	24.3	37.5	36.4	39.5	42.1
Stati Uniti	4.5	4.5	4.6	4.5	20.2	20.0	20.7	21.4	36.9	36.1	35.3	37.2
Brasile	1.4	1.6	1.3	1.1	8.0	8.4	7.6	8.1	20.2	19.4	15.2	18.7
Cina	0.7	0.8	1.2	1.8	3.9	4.7	8.1	10.6	11.4	12.5	15.5	21.0
India	1.3	1.1	1.0	0.9	6.7	6.6	6.5	7.0	16.9	16.0	13.4	16.1
Russia	0.6	0.8	0.7	0.8	4.2	4.7	4.4	5.6	10.5	11.4	10.2	12.0
BRIC	0.9	0.9	1.1	1.5	4.9	5.4	7.4	9.3	13.1	13.6	14.5	19.1
UE15	3.0	2.9	3.2	3.3	15.1	14.9	16.7	17.6	30.0	29.4	29.9	32.6
UE27	2.8	2.8	3.0	3.1	14.3	14.1	15.6	16.4	28.8	28.2	28.2	30.6
UE28	2.8	2.8	3.0	3.1	14.3	14.0	15.5	16.4	28.7	28.1	28.0	30.5
OCSE	3.2	3.1	3.2	3.2	15.7	15.2	16.0	16.7	30.4	29.4	28.6	30.8
MONDO	2.8	2.7	2.5	2.4	13.2	12.7	12.5	13.0	25.4	24.4	22.6	24.6

Tabella 7.2 Quota di prodotti compresi tra i top 1, 5 e 10%della distribuzione mondiale dei prodotti eccellenti in termini di impatto della sede di pubblicazione. Fonte: SciVal - Scopus

7.2 L'eccellenza scientifica nelle aree VQR

Concentrando l'analisi sui settori bibliometrici e guardando al solo dato relativo al top 10% (quello coerente con la definizione di eccellenza contenuta nel Bando VQR2, vedi Figura 7.1), il dato relativo alla presenza nei *top journal* mondiali per *CiteScore* mostra che a livello mondiale la quota di lavori pubblicata nei *top journal* è diversa tra le aree, oscillando tra l'oltre 40% delle Scienze chimiche e psicologiche a poco più del 13% nelle Scienze matematiche. Tenuto conto della distribuzione mondiale degli articoli tra i *top journal*, le aree che mostrano una quota di eccellenza sul totale delle pubblicazioni italiane relativamente più marcata sono quelle dell'Ingegneria civile, delle Scienze agrarie e veterinarie e delle Scienze matematiche e informatiche; in tutte le aree, comunque, la quota di lavori "eccellenti" sul totale delle pubblicazioni italiane è superiore alla media mondiale.

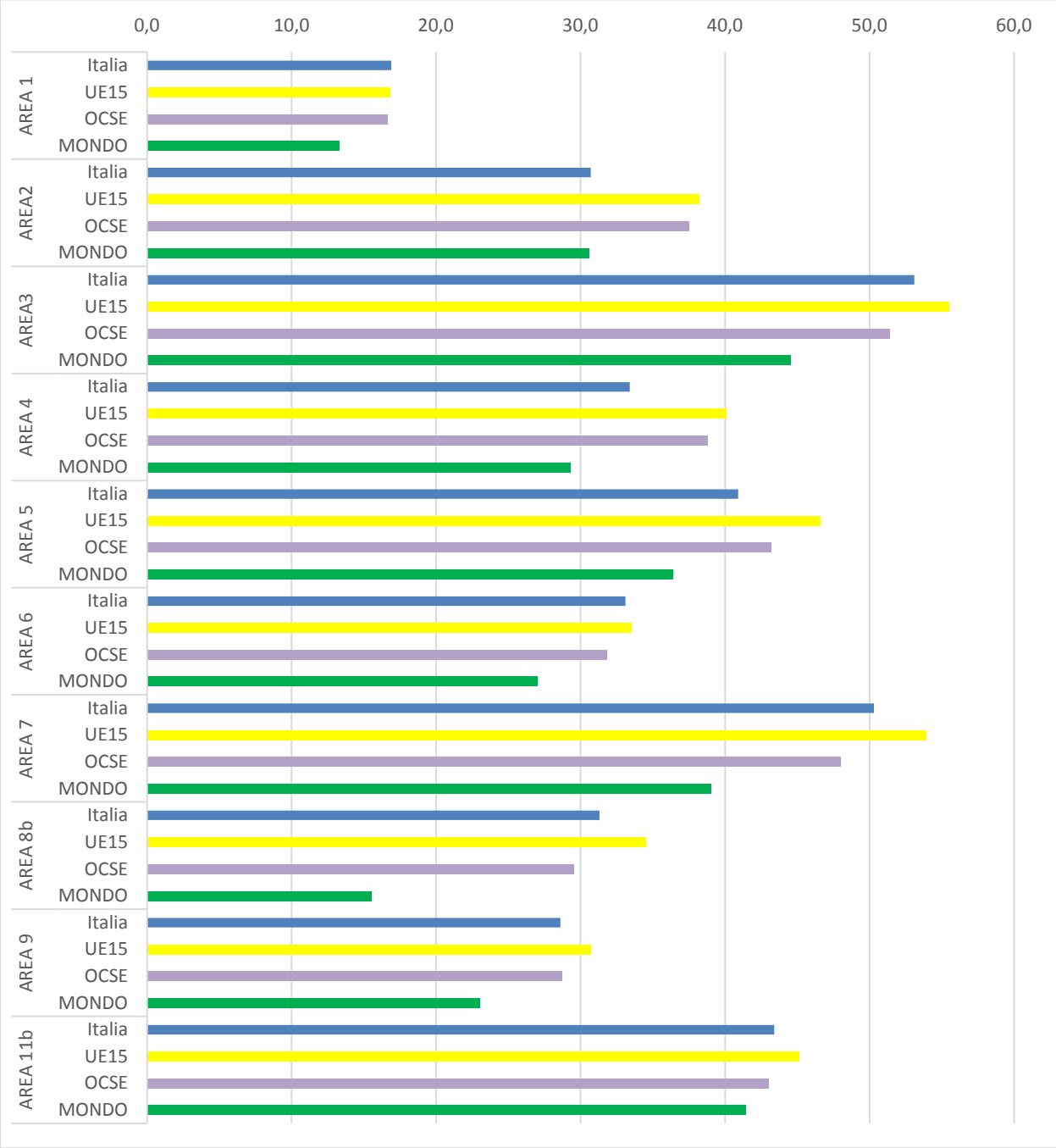


Figura 7.1 Quota di prodotti compresi nel top 10% della distribuzione mondiale dei prodotti eccellenti in termini di impatto della sede di pubblicazione per area VQR secondo l'indicatore *CiteScore*. Fonte: SciVal - Scopus